

Efektivitas Mikroba Antagonis *Trichoderma* spp. dengan Metode Aplikasi Enkapsulasi untuk Mengendalikan Penyakit Moler pada Bawang Merah di Lahan Gambut

Effectiveness of the Antagonistic Microbe *Trichoderma* spp. Applied via Encapsulation to Control Moler Disease in Shallots on Peatland

Muhammad Yusuf*, Salmiah

Prodi Proteksi Tanaman Jurusan HPT Fakultas Pertanian ULM

Corresponden Author: mhmdyusufff@yahoo.com

Received: 28 April 2026; Accepted 01 Agustus 2026; Published 01 Oktober 2026

ABSTRACT

Shallot (*Allium cepa*) is a high-value vegetable crop consistently cultivated due to high demand; however, production has declined due to outbreaks of moler disease caused by the fungus *Fusarium oxysporum*. Environmentally friendly control innovations for moler disease include the use of *Trichoderma* spp., which are known to suppress plant pathogens and stimulate plant growth. This study aimed to evaluate the effectiveness of applying encapsulated *Trichoderma* spp. (an antagonistic microbe) to control moler disease in shallots grown on peat soil. A Completely Randomized Design (CRD) was employed. The experimental factor was the dosage of encapsulated *Trichoderma* spp., comprising six treatments replicated three times: a healthy control, a diseased control, and dosages of 1 g, 1.5 g, 2 g, and 2.5 g of encapsulated *Trichoderma* spp. per plant. The best result was achieved with the 2.5 g/plant dosage (t5); this treatment prevented the onset of *F. oxysporum* symptoms (no incubation period observed) and resulted in zero disease incidence. Furthermore, the 2.5 g dosage increased fresh bulb weight, bulb diameter, and the number of bulbs, achieving a yield of 12.97 tons/ha. This differed significantly from the diseased control (t1), where *F. oxysporum* symptoms appeared on day 11, disease incidence reached 30%, and the yield was only 6.27 tons/ha.

Keywords: Encapsulation, moler disease, Peat soil, shallot, *Trichoderma* spp.

ABSTRAK

Bawang merah (*Allium cepa*) ialah jenis sayur unggul yang selalu dibudidayakan karena permintaannya yang tinggi, akan tetapi terjadi penurunan produksi akibat serangan penyakit moler yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Inovasi pengendalian ramah lingkungan dalam mengendalikan penyakit moler, salah satunya *Trichoderma* spp. yang diketahui mampu mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman dan merangsang pertumbuhan tanaman. Penelitian ditujukan untuk mempelajari efektivitas pemberian mikroba antagonis *Trichoderma* spp. dengan metode enkapsulasi untuk mengendalikan penyakit moler pada bawang merah (*A. cepa*) di lahan gambut. Penelitian memakai rancangan acak lengkap (RAL) sebagai metode penelitiannya. Faktor pengujinya yaitu pemberian dosis enkapsulasi *Trichoderma* spp. yang terdiri dari 6 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali, perlakuannya yaitu kontrol sehat, kontrol sakit, 1 g, 1,5 g, 2 g, 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp. Hasil penelitian dengan perlakuan terbaik ialah pemberian enkapsulasi *Trichoderma* spp. dosis 2,5 g /tanaman bawang merah (t5) mengakibatkan masa inkubasi *F.oxysporum* tidak terjadi sampai panen dan tidak ada kejadian penyakit,

selain itu pemberian dosis 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./tanaman bawang merah juga meningkatkan berat basah umbi, diameter umbi dan jumlah umbi bawang merah dengan hasil produksi mencapai hasil 12,97 ton.ha⁻¹, sangat berbeda nyata dengan kontrol sakit (t1) dengan masa inkubasi *F.oxysporum* terjadi pada hari ke-11 dan persentase kejadian penyakit sebesar 30%, serta terjadi penurunan dengan hasil produksi hanya 6,27 ton-ha⁻¹.

Kata kunci: Bawang merah, enkapsulasi, lahan gambut, *Trichoderma* spp, penyakit moler

Pendahuluan

Bawang merah (*A. cepa*) ialah satu dari banyak komoditas sayur unggul yang selalu dibudidayakan petani secara masal karena tingginya permintaan. sayuran ini tergolong kelompok rempah yang sering digunakan sebagai bumbu masakan serta obat tradisional. Manfaat besar yang dimiliki bawang merah menjadikannya sayur yang memiliki nilai ekonomi tinggi, prospek pasar yang luas dan kebutuhannya di masa mendatang akan terus meningkat sehingga harus diiringi dengan peningkatan produksi (Nanda *et al.*, 2022).

Menurut hasil proyeksi yang dilakukan tahun 2020-2024, produksi bawang merah cenderung naik dengan rata-rata 2,51% per tahun atau sebesar 3,83 kg/kapital/tahun. Pada tahun 2023 kebutuhan akan bawang merah sangat tinggi mencapai 797.300 ton, hal ini harus diimbangi dengan produktifitas yang tinggi agar kebutuhan nasional dapat terpenuhi, kementerian pertanian memperkirakan produksi bawang merah pada tahun 2024 sebesar 2,09 juta ton, terjadi penurunan 2,3% dibanding dengan tahun 2023 (Kementan, 2023). Output produksi bawang merah, baik di tingkat nasional maupun di wilayah Kalimantan Selatan masih belum mencapai angka yang optimal, produksi bawang merah di Kalimantan Selatan hanya menghasilkan sekitar 490,09 ton pada tahun 2024. Angka ini cenderung konsisten, mengingat produksi tahun 2022 sebanyak 384.448 ton dan 2023 sebanyak 483,5 ton. Namun masih belum dapat memenuhi kebutuhannya yang tinggi (BPS Kalsel, 2024).

Hasil bawang merah yang kurang optimal di Kalimantan Selatan dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, salah satunya adalah serangan penyakit dan kondisi tanah yang kurang sesuai

sehingga menyebabkan penurunan hasil produksi bawang merah. Bawang merah menunjukkan pertumbuhan optimal pada tanah dengan pH 6,0 hingga 6,8 yang merupakan pilihan terbaik untuk budidaya bawang merah. Meskipun demikian, tanah dengan pH antara 5,5 hingga 7,0 masih bisa digunakan untuk pertanian bawang merah (Wibowo, 2007). Menurut data PPKL-KLHK (2017), wilayah Kalimantan Selatan memiliki lahan gambut dengan luas 1,48 juta Ha. Dalam penelitiannya, Agus *et al.* (2014) menyatakan bahwa tanah gambut memiliki tingkat kemasaman tinggi (<5), sehingga kurang baik untuk pertumbuhan tanaman. Maka dari itu perlu adanya perlakuan agar tanah menjadi subur dan hasil produksinya meningkat.

Penyakit yang sering menyerang tanaman bawang merah antara lain bercak ungu yang disebabkan oleh serangan jamur *Alternaria porri*, penyakit moler akibat serangan jamur *Fusarium oxysporum*, busuk daun atau antraknosa oleh *C. gloeosporioides*, mati pucuk akibat jamur *Phytophthora porri* dan embun bulu akibat jamur *Peronospora destructor* (Budiarti *et al.*, 2022). Masalah yang menjadi momok utama dan sering dijumpai pada pertanian bawang merah pada umumnya adalah penyakit moler yang dapat menyebabkan kerusakan parah hingga berpotensi mempengaruhi hasil produksi bawang merah. Menurut data BPTPH Kalsel (2023) tanaman bawang merah terindikasi serangan penyakit moler dengan persentase sebanyak 0,90%. Hal tersebut perlu dicarikan solusinya agar produktivitas bawang merah di Kalimantan Selatan dapat meningkat untuk memenuhi kebutuhan regional maupun nasional.

Upaya meningkatkan produktifitas bawang merah selalu dilakukan. Berbagai macam metode pengendalian sudah diterapkan, mulai dari pengendalian teknis dengan pengelolaan lahan hingga pengendalian secara kimia menggunakan fungisida dengan senyawa aktif azoxystrobin/difenoconazole, triazole dan propineb, namun sampai saat ini belum ada metode pengendalian yang benar-benar berhasil mengendalikan penyakit moler (Simamora, 2021). Metode lain yang dapat diterapkan adalah dengan memanfaatkan mikroba antagonis untuk mengendalikan penyakit. Mikroba antagonis ialah agen pengendali hayati yang diketahui mampu untuk mengendalikan patogen (bakteri, jamur, virus dan nematoda) yang menyebabkan penyakit pada tanaman dengan berbagai mekanisme, diantaranya adalah kompetisi ruang, parasitisme, antibiosis dan lisis. Salah satu mikroba antagonis yang berfotensi mengendalikan penyakit moler yaitu mikroba golongan jamur dari genus *Trichoderma* (Ramadhani *et al.*, 2021).

Trichoderma spp. merupakan salah satu genus cendawan dari kelompok *Ascomycetes* yang memiliki spora berwarna hijau. Cendawan ini dikenal memiliki berbagai fungsi penting, antara lain mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman serta mampu mendegradasi senyawa berbahaya seperti logam berat dan pestisida, beberapa spesies *Trichoderma* spp. juga berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman dan berfungsi sebagai agen pengurai bahan organik di tanah (Sharma *et al.*, 2016). Lebih lanjut, *Trichoderma* dapat dimanfaatkan sebagai biofungisida sekaligus pupuk hayati untuk meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan tanaman (Gusnawaty *et al.*, 2020).

Penggunaan mikroba antagonis sebagai agens pengendali hayati merupakan metode pengendalian yang tepat, hal ini sejalan dengan prinsip pertanian ramah lingkungan yang

menekankan pada penggunaan bahan-bahan alami dalam praktik budidaya pertanian guna mengurangi residu cemaran bahan kimia berbahaya bagi lingkungan. Akan tetapi, pemanfaatan mikroba antagonis sebagai agens pengendali hayati masih terkendala pada formulasi dan metode aplikasinya yang tidak mudah, bahkan tidak semua orang bisa melakukannya. Inovasi terbaru adalah dengan menggunakan metode enkapsulasi.

Enkapsulasi adalah suatu proses pelapisan suatu bahan menggunakan bahan lainnya seperti *polymer clay* dan sodium alginat. Bahan yang dienkapsulasi biasanya disebut sebagai bahan inti, bahan aktif, fase internal, atau pengisi. Sebaliknya, bahan yang digunakan untuk enkapsulasi disebut sebagai material penyaluran, pelapis, fase eksternal, atau material pembawa (Jyothi *et al.*, 2010). Penggunaan metode enkapsulasi merupakan inovasi yang memberikan kemudahan dalam pengaplikasian dan lama waktu simpan serta mampu menjaga stabilitas mikroorganisme antagonis didalamnya sehingga menarik untuk diteliti.

Metode Penelitian

Penelitian memakai rancangan acak lengkap (RAL) sebagai metode penelitiannya. Faktor yang diujikan ialah pemberian dosis enkapsulasi *Trichoderma* spp. Penelitian ini terdiri dari 6 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali, sehingga menghasilkan 18 unit satuan percobaan. Perlakuannya adalah sebagai berikut:

- t0 = tanpa perlakuan (Kontrol sehat)
- t1 = tanpa perlakuan (kontrol sakit)
- t2 = 1 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah
- t3 = 1,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah
- t4 = 2 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah

t5 = 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./
tanaman bawang merah

Persiapan Penelitian

Pembuatan media PDA

Pembuatan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) bertujuan untuk mengisolasi serta memurnikan berbagai jenis jamur, dengan bahan-bahan yang terdiri dari kentang 200 g, agar 20 g, dekstrosa 20 g, dan aquades sebanyak 1 liter. Proses pembuatannya diawali dengan mengupas kulit kentang, memotongnya menjadi bentuk dadu kecil, dan membilasnya hingga bersih, kemudian ditimbang seberat 200 g lalu direbus bersama aquades hingga mendidih. Air rebusan tersebut disaring untuk memisahkan ampas kentang, dan apabila volume air berkurang akibat penguapan maka ditambahkan kembali hingga mencapai 1 liter. Agar dan dekstrosa masing-masing sebanyak 20 g kemudian dimasukkan ke dalam air rebusan sambil diaduk hingga merata dan dipanaskan kembali hingga mendidih, setelah itu larutan dituangkan ke dalam botol kaca dan ditutup rapat menggunakan *aluminium foil* serta *cling wrap* untuk mencegah kontaminasi. Tahap akhir adalah sterilisasi media menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 30 menit guna memastikan seluruh mikroorganisme yang tidak diinginkan telah mati dan media siap untuk digunakan.

Persiapan Isolat *Fusarium oxysporum*

Persiapan isolat *F. oxysporum* dilakukan dengan cara mengisolasi cendawan koleksi laboratorium Fitopatologi Jurusan Proteksi Tanaman untuk ditumbuhkan dan diperbanyak pada cawan petri yang didalamnya terdapat media PDA. Cendawan *F. oxysporum* yang sudah di perbanyak kemudian di gerus menggunakan segitiga Perata untuk dibuat menjadi supensi dengan kerapatan 10^{-7} CFU/ml.

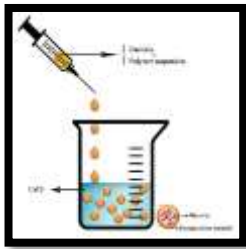
Perbanyak Isolat *Trichoderma* spp.

Isolat *Trichoderma* spp. koleksi laboratorium Fitopatologi Jurusan Proteksi Tanaman diambil dengan jarum *ent* dan diletakkan diatas media PDA dalam cawan petri. Kemudian ditumbuhkan dan di inkubasi kembali sampai pertumbuhan *Trichoderma* spp. memenuhi permukaan cawan petri dan digerus menggunakan segitiga Perata untuk dibuat menjadi supensi dengan kerapatan 10^{-7} CFU/ml.

Pembuatan Enkapsulasi

Enkapsulasi mikroba antagonis dibuat dengan teknik ekstrusi (Riseh *et al.*, 2021) seperti terlihat pada Gambar 1, menggunakan hidrokoloid (*polymer clay*) dan natrium alginat. Mikroba antagonis dimasukkan ke dalam formulasi yang kemudian dibentuk menjadi enkapsulasi melalui teknik eksirasi manual menggunakan jarum suntik steril ke dalam larutan pematik berisi kalsium klorida (CaCl_2) (Sumardi *et al.*, 2021).

Persiapan larutan dimulai dengan konsentrasi sebesar 2%. Natrium alginat sebanyak 1 g dan 1 g *polymer clay* dilarutkan menggunakan 50 ml air steril. Sterilisasi dilakukan dengan memasukkan larutan ke autoklaf yang diatur pada suhu 121 °C, dibiarkan selama 15 menit dengan tekanan normal (1 atm). Untuk membuat larutan pengerasan, 7,35 g CaCl_2 dimasukkan ke dalam 500 ml air steril dan dikerjakan dengan pengadukan kontinyu hingga tercapai homogenitas sempurna. Sterilisasi larutan ini mengikuti cara yang sama yaitu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm. Proses penyalutan kemudian dimulai dengan mencampurkan sepuluh g berupa suspensi antagonis dengan lima puluh mililiter larutan gabungan natrium alginat dan hidrokoloid. (Masengi *et al.*, 2020).



Gambar 1. Teknik ekstrusi sederhana (Riseh *et al.*, 2021).

Persiapan Lahan Tanam

Pengolahan lahan tanam dilakukan dengan membuat bedengan seluas 1,5 x 2 m² yang memiliki tinggi kurang lebih 30 cm sebanyak 18 buah, gumpalan tanah dan gulma dibersihkan. Pemberian kapur dolomit dilakukan 2 minggu sebelum tanam sebanyak 5 ton/ha. Pemberian kapur dolomit dilakukan agar pH tanah sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman bawang merah. Pupuk kandang ayam diberikan sebanyak 6 ton/ha 1 minggu sebelum proses penanaman dimulai.

Persiapan Bibit Bawang Merah

Penelitian ini memakai bibit varietas bawang merah Bima Brebes (dapat dilihat pada Lampiran 1). Bibit bawang merah yang dipilih telah melalui masa penyimpanan minimal 75 hari, dengan indikator munculnya primordia daun ketika umbi dibelah. Seleksi bibit dilakukan dengan memperhatikan keseragaman ukuran serta bebas dari serangan organisme pengganggu tanaman. Tahap persiapan sebelum penanaman ialah membersihkan umbi dari sisik kering terluar dan sisa-sisa perakaran.

Pelaksanaan Penelitian

Inokulasi *Fusarium oxysporum*

Isolat hasil pemurnian dicampurkan dengan air kemudian digerus menggunakan segitiga perata. Setelah itu, ditambahkan air secara bertahap sampai mencapai tingkat kepadatan 10⁻⁷/liter, dan dibiarkan selama setengah jam

sebelum digunakan untuk penanaman. Inokulasi *F. oxysporum* pada benih bawang merah ialah dengan direndam dalam suspensi yang mengandung *F. oxysporum* selama 30 menit.

Penanaman Tanaman Uji

Penanaman bibit bawang merah dilakukan di atas 18 petak lahan dengan dimensi masing-masing 1,5 x 2 m². Setiap petak ditanami sebanyak 28 tanaman, sehingga total populasi tanaman bawang merah mencapai 504 individu di seluruh lahan percobaan. Umbi ditanam pada kedalaman lubang yang relatif dangkal karena umbi bawang merah sangat rentan mengalami pembusukan, setiap lubang tanam hanya dimasukkan 1 buah umbi.

Aplikasi Enkapsulasi *Trichoderma* spp.

Perlakuan yang akan dilakukan pada tanaman bawang merah ada 6 perlakuan yaitu kontrol sehat, kontrol sakit, 1 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./tanaman bawang merah, 1,5 g *Trichoderma* spp./tanaman bawang merah, 2 g *Trichoderma* spp./tanaman bawang merah dan 2,5 g *Trichoderma* spp./tanaman bawang merah. Aplikasi dilakukan pada tanaman umur 7 HST sesuai dosis perlakuan diatas, kemudian aplikasi selanjutnya dilakukan pada umur 35 HST dengan dosis yang sama. Aplikasi dilakukan dengan menaburkan enkapsulasi *Trichoderma* spp. pada tanah di sekeliling tanaman bawang merah.

Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan bawang merah terdiri dari penyulaman, penyiraman, penyiangan gulma dan pemupukan menggunakan pupuk kimia ZA, NPK, SP-36, dan KCL.

Panen

Pemanenan dilaksanakan pada usia tanaman 52 HST. Teknik pemanenan yang digunakan adalah pencabutan manual dengan intensitas perlahan untuk meminimalkan kerusakan. Indikator kematangan panen meliputi perubahan warna daun menjadi kekuningan, posisi

daun yang telah rebah, serta perkembangan umbi yang optimal dengan warna permukaan merah ungu.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati adalah masa inkubasi patogen pada tanaman bawang merah, persentase penyakit, jumlah umbi bawang merah, bobot basah umbi bawang merah serta diameter umbi bawang merah dengan jumlah 10 sampel per bedengan.

Masa Inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dilakukan pada keseluruhan populasi tanaman dalam percobaan. Pencatatan dimulai sejak 1 HST dan terus dilanjutkan hingga muncul tanda-tanda penyakit yang pertama kali terlihat dengan memantau secara teliti perkembangan penyakit pada setiap tanaman.

Persentase kejadian penyakit

Persentase penyakit diamati setiap 1 minggu sekali sejak 1 hst sampai panen terhadap 10 tanaman yang menjadi sampel disetiap petak perlakuan. Perhitungan berdasarkan tanaman yang mati atau bergejala layu selama pengamatan. Rumus untuk menghitung persentase penyakit menurut Wiyatiningsih *et al.* (2009) adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Persentase kejadian penyakit (%)

n = Jumlah tanaman mati atau sakit pada tiap perlakuan.

N = Seluruh tanaman yang diamati pada tiap perlakuan.

Jumlah Umbi

Pengamatan jumlah umbi dilakukan pada saat tanaman dipanen. Umbi yang telah dipanen dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran tanah yang menempel, kemudian dilakukan penghitungan jumlah umbi yang dihasilkan setiap tanaman, dengan satuan perhitungannya adalah buah.

Bobot Basah Umbi

Bobot basah umbi per rumpun diamati dengan cara ditimbang menggunakan timbangan. Sebelum ditimbang, umbi terlebih dahulu dibersihkan dari tanah yang menempel. Kemudian daun dipotong habis sampai ke pangkalnya dan akar juga dipotong. Setelah semua persiapan ini selesai, umbi ditimbang dan hasilnya dicatat dalam satuan gram.

Diameter Umbi

Pengamatan diameter umbi dilakukan pada saat tanaman dipanen. Umbi dari tanaman sampel yang telah dipilih diambil untuk dilakukan pengukuran. Sebelum proses pengukuran, umbi dibersihkan terlebih dahulu dari sisa-sisa tanah yang masih menempel di permukaannya. Setelah umbi bersih, pengukuran diameter dilakukan menggunakan alat jangka sorong.

Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dari hasil pengamatan akan melalui beberapa tahap analisis statistik. Pertama, dilakukan pengujian kehomogenan ragam menggunakan metode Bartlett. Setelah itu, data akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan analisis ragam (Anova) seperti yang ditampilkan pada Tabel 1. Apabila dari hasil analisis ragam ditemukan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan, maka penelitian akan dilanjutkan dengan uji lanjutan yaitu uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) sebagai berikut:

DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

Model linear rancangan acaknya adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} : respon satuan percobaan yang menerima perlakuan ke-i pada ulangan ke-j

μ : rata-rata umum (populasi)

τ_i : pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} : pengaruh galat acak yang menerima perlakuan ke-I pada ulangan ke-j

n : banyaknya ulangan
 t : banyaknya perlakuan

E : Galat
 P : Perlakuan

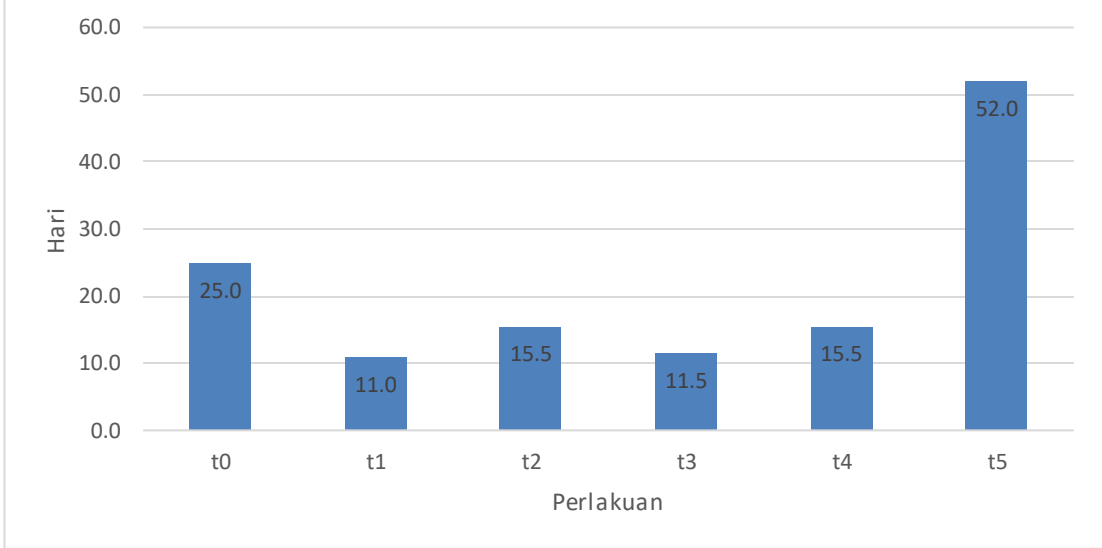
Tabel 1. Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	t-1	JK _P	KT _P			
Galat	t(n-1)	JK _E	KT _P	KT _P /KT _E	db _P :	db _G
Total	t.n-1	JK _T				

Keterangan:

Hasil dan Pembahasan
 Masa Inkubasi

Masa inkubasi adalah selang waktu antara masuknya patogen setelah di inokulasikan sampai munculnya gejala (Emeliawati *et al.*, 2022). Dalam penelitian ini pengamatan masa inkubasi penyakit moler dilakukan sejak 1 HST sampai dengan panen untuk mengetahui berapa lama tanaman bawang merah yang sudah diinokulasikan suspensi *F. oxysporum* menimbulkan gejala. Hasil yang didapatkan dapat di lihat pada gamabar 2 berikut



Keterangan:

- t0 = tanpa perlakuan (kontrol sehat)
- t1 = tanpa perlakuan (kontrol sakit) dengan tanaman bawang merah yang diinokolasi *F. oxysporum*
- t2 = 1 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokolasi *F. oxysporum*
- t3 = 1,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokolasi *F. oxysporum*
- t4 = 2 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokolasi *F. oxysporum*
- t5 = 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokolasi *F. oxysporum*

Gambar 2. Grafik masa inkubasi penyakit moler pada bawang merah

Hasil perhitungan dan pengamatan masa inkubasi penyakit moler (gambar 2) menunjukan bahwa masa inkubasi paling cepat terjadi pada

perlakuan t1 dengan masa inkubasi *F. oxysporum* selama 11 hari, sedangkan masa inkubasi paling lama terjadi pada perlakuan t5 yaitu sampai waktu

panen tanaman bawang merah diumur 52 hari tidak terjadi serangan penyakit moler.

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Trichoderma* spp. dalam bentuk enkapsulasi mampu memperpanjang masa inkubasi sehingga waktu sebelum *F. oxysporum* menyerang tanaman bawang merah lebih lama. Menurut Aenul, (2021), hal ini terjadi karena *Trichoderma* menghasilkan zat-zat kimia sekunder (viridin dan trikomidin) dan enzim pemecah dinding sel (kitinase, β -1,3-glukanase) yang dapat menghambat bahkan membunuh pertumbuhan miselium *F. oxysporum*.

Persentase Kejadian Penyakit

Penyakit tanaman ialah penyimpangan atau perubahan tanaman dari sifat normalnya yang menyebabkan perubahan fisiologis dan biasanya menampilkan gejala yang khas (Agrios, 1997 dalam Puspitorini *et al.* 2024). Dalam penelitian ini kejadian penyakit pada bawang merah (*Allium cepa*) disebabkan oleh jamur *F. oxysporum* yang mengakibatkan timbulnya gejala seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Penyakit moler pada bawang merah (*Allium cepa*)

Hasil pengamatan yang dilakukan setiap minggu terhadap persentasi kejadian penyakit memperlihatkan hasil bahwa kejadian penyakit pada tanaman bawang merah mulai terjadi pada 2 minggu setelah tanaman dan berlanjut sampai minggu ke-7. Perlakuan t5 merupakan terjadi

penyakit paling rendah dengan persentase kejadian penyakit 0%, sedangkan perlakuan t1 merupakan kejadian penyakit paling tinggi dengan persentase kejadian penyakit 30% seperti terlihat pada gambar 4. Pengamatan yang dilakukan pada perlakuan t3 dan t4 memperlihatkan terjadi penurunan kejadian penyakit pada minggu ke-4, hal tersebut diduga terjadi karena aplikasi enkapsulasi *Trichoderma* spp. yang dilakukan pada 7 HST menyebabkan pemulihan (*recovery*) pada tanaman bawang merah yang sudah terserang, pemulihan terjadi secara bertahap sampai tanaman bawang merah tumbuh hijau seperti sebelum terserang penyakit moler.

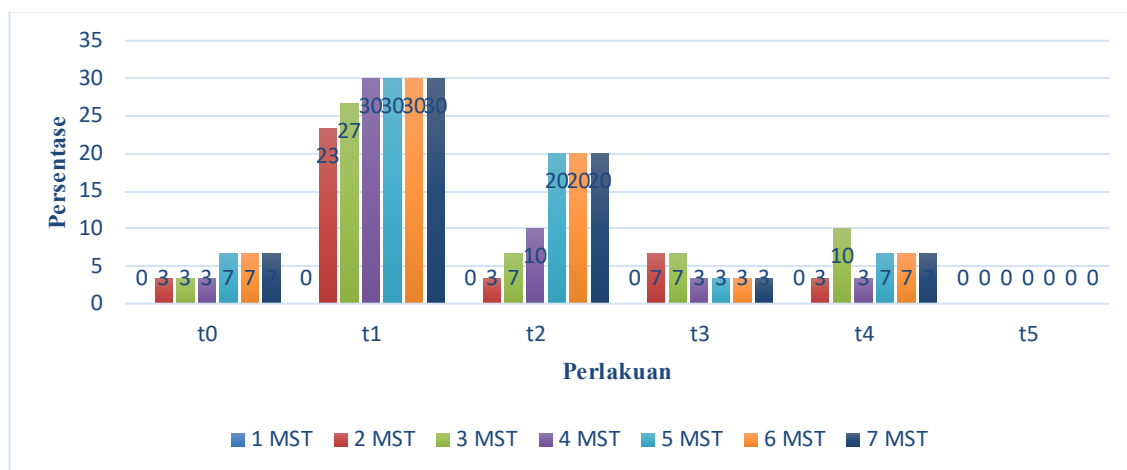
Pemulihan (*recovery*) terjadi karena *trichoderma* menghasilkan metabolit sekunder yang dapat menghambat, mebunuh dan memberikan perlindungan terhadap patogen penyebab penyakit pada tanaman (Aenul, 2021). Pemulihan (*recovery*) tentunya juga dibantu oleh pemberian pupuk yang sesuai sehingga memenuhi unsur hara yang dibutuhkan tanaman bawang merah untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Jumlah Umbi

Bawang merah di panen pada 52 hari telah tanaman dengan ciri-ciri daun yang sudah mulai melayu atau kuning, pada bagian pangkal batang mengeras serta bagian umbi sudah keluar dari tanah seeperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tanaman bawang merah siap panen
Jumlah umbi pada tanaman bawang merah



Keterangan:

t0 = tanpa perlakuan (kontrol sehat)

t1 = tanpa perlakuan (kontrol sakit) dengan tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t2 = 1 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t3 = 1,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t4 = 2 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t5 = 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

Gambar 4. Grafik persentase kejadian penyakit moler pada bawang merah

yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Jumlah umbi pertanaman bawang merah

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Umbi Pertanaman
t0	5,2 ^d
t1	3,0 ^a
t2	3,3 ^b
t3	4,5 ^c
t4	5,3 ^{de}
t5	5,4 ^e

Keterangan:

t0 = tanpa perlakuan (kontrol sehat)

t1 = tanpa perlakuan (kontrol sakit) dengan tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t2 = 1 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t3 = 1,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t4 = 2 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t5 = 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

Data hasil pengamatan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan t5 memberikan hasil umbi terbanyak dan perlakuan t1 memberikan hasil terendah. Ini membuktikan bahwa pemberian dosis yang berbeda dari enkapsulasi *Trichoderma* spp. berpengaruh sangat nyata pada produksi umbi bawang merah. Hal ini sejalan dengan yang dikatakan Muliana *et al.* (2024) dalam penelitiannya bahwa pemberian *Trichoderma* dapat mempengaruhi jumlah umbi tanaman bawang merah meskipun hasilnya tergantung pada dosis yang diberikan, jenis *Trichoderma* yang diaplikasi, varietas bawang merah yang digunakan, dan kondisi lingkungan.

Produksi bawang merah, termasuk jumlah umbi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (Yiyin *et al.*, 2023). Pada penelitian ini curah hujan terbilang tinggi karena dari awal tanam sampai panen tanaman bawang merah selalu tergujur hujan. Hal ini tentunya mempengaruhi hasil produksi bawang merah. Anisuzzaman *et al.* (2009) menyatakan bahwa kondisi suhu yang sesuai serta jumlah hari cerah dengan penyinaran matahari yang memadai berperan penting dalam mencapai pertumbuhan vegetatif yang optimal. Sebaliknya, curah hujan yang berlebihan dapat meningkatkan kelembaban tanah secara berlebihan sehingga berpotensi menghambat dan merusak

proses pertumbuhan vegetatif. Fase vegetatif bawang merah menentukan perkembangannya pada fase generatif yang akan menentukan hasil produksinya. Oleh karena itu curah hujan yang tinggi pada saat penelitian berpengaruh pada hasil produksi dan penurunan jumlah umbi tanaman bawang merah.

Bobot Basah Umbi

Bobot basah umbi pada pertanaman bawang merah di lahan penelitian menunjukkan hasil yang cukup tinggi seperti terlihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. bobot basah umbi bawang merah

Perlakuan	Bobot Basah Umbi	
	Gram Tanaman ⁻¹	Ton ha ⁻¹
t0 = tanpa perlakuan (kontrol sehat)	29,2 ^c	9,37 ^c
t1 = tanpa perlakuan (kontrol sakit)	18,8 ^a	6,27 ^a
t2 = 1 g enkapsulasi <i>Trichoderma</i> spp./tanaman bawang merah	22,3 ^b	7,43 ^b
t3 = 1,5 g enkapsulasi <i>Trichoderma</i> spp./tanaman bawang merah	31,3 ^d	10,43 ^d
t4 = 2 g enkapsulasi <i>Trichoderma</i> spp./tanaman bawang merah	36,6 ^e	12,20 ^e
t5 = 2,5 g enkapsulasi <i>Trichoderma</i> spp./tanaman bawang merah	38,9 ^f	12,97 ^f

Keterangan: Angka yang diikuti huruf pada kolom per baris yang sama menunjukkan sangat berbeda nyata menurut DMRT taraf 5% untuk kelompok pembandingan yang sama

Bobot basah umbi tanaman merupakan parameter yang menunjukkan berat

total umbi segar setelah dipanen yang masih mengandung kadar air tinggi, yang dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme dari jumlah air serapan hara dan metabolit bawang merah (Pranata *et al.*, 2023). Berdasarkan data hasil penelitian bobot basah umbi bawang merah dari keseluruhan perlakuan, diketahui bahwa bobot basah umbi paling tinggi yaitu perlakuan t5 dengan 38,9 gram berat basah umbi per tanaman. Jika di konversi pada satuan hektar (ha) maka didapatkan hasil 12,97 ton.ha⁻¹. Sedangkan perlakuan dengan hasil paling rendah yaitu perlakuan t1 dengan 18,8 gram berat basah umbi per tanaman, Jika di konversi pada satuan hektar (ha) maka didapatkan hasil 6,27 ton.ha⁻¹.

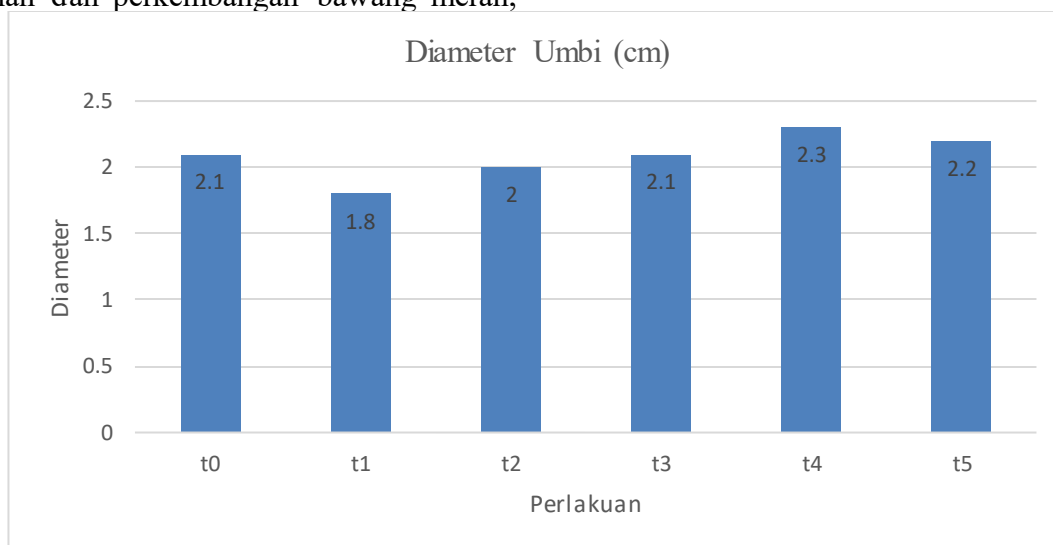
Data hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berbagai dosis enkapsulasi *Trichoderma* spp. memberikan efek yang sangat signifikan terhadap bobot basah umbi yang dihasilkan. Lahan gambut yang menjadi media tanaman pada penelitian menentukan produktivitas bawang merah, mengingat lahan gambut secara umum memiliki kandungan nutrisi yang terbatas dan pH yang cenderung rendah (asam), sehingga kondisi ini kurang ideal bagi pertumbuhan dan diferensiasi organ bawang merah (Alhaddad, 2020). Akan tetapi kondisi lahan gambut yang cenderung miskin unsur hara masih dapat memberikan pertumbuhan yang optimal terhadap tanaman bawang merah dengan pemberian enkapsulasi *Trichoderma* spp. karena salah satu kemampuan trichoderma adalah membantu penyerapan unsur hara sehingga sehingga tanaman dapat menyerap nutrisi lebih efisien, meningkatkan proses metabolisme dan fotosintesis tanaman, serta mendukung akumulasi fotosintat yang lebih optimal dalam umbi sehingga bobot basah umbi meningkat secara signifikan (Nuraini *et al.*, 2023).

Diameter Umbi

Diameter umbi didefinisikan sebagai panjang garis tengah maksimal dari umbi lapis pada

bawang merah. Ukuran umbi bawang merah dipengaruhi faktor genetik bawang merah dan ketersediaan nutrisi yang diperoleh selama fase pertumbuhan dan perkembangan. Selain itu, kondisi lingkungan merupakan faktor ekologis yang berpengaruh dalam menentukan besaran diameter umbi. Secara spesifik, lingkungan dengan karakteristik kering dan presipitasi rendah menciptakan kondisi optimal yang memfasilitasi pertumbuhan dan perkembangan bawang merah,

sehingga menghasilkan umbi dengan diameter lebih besar (Nurhidayah *et al.*, 2016). Diameter umbi tanaman bawang merah pada penelitian kali ini menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata, dimana perlakuan t1 memiliki ukuran diameter paling rendah yaitu 1,8 cm, perlakuan t2 2,0 cm, perlakuan t3 2,1 cm, perlakuan t0 2,1 cm, perlakuan t5 2,2 cm dan perlakuan t4 yang paling tinggi yaitu 2,3 cm seperti terlihat pada gambar 6.



Keterangan:

t0 = tanpa perlakuan (kontrol sehat)

t1 = tanpa perlakuan (kontrol sakit) dengan tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t2 = 1 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t3 = 1,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t4 = 2 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

t5 = 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./ tanaman bawang merah yang diinokulasi *F. oxysporum*

Gambar 6. Grafik diameter umbi bawang merah

Berdasarkan data diatas, diketahui bahwa perlakuan t1 dan t2 termasuk dalam kategori sedang karena memiliki diameter 1,8 dan 2 cm sedangkan perlakuan t0, t3, t4, dan t5 termasuk dalam kategori besar karena memiliki diameter > 2 cm. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan Susilawati *et al.* (2023) bahwa diameter umbi

bawang merah Bima Brebes dibedakan menjadi 3 ukuran yaitu, kecil, sedang dan besar. Umbi kecil umumnya memiliki ukuran < 1,5 cm, umbi sedang 1,5-2,0 cm dan umbi besar memiliki ukuran diameter > 2 cm.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroba antagonis *Trichoderma* spp. dengan metode aplikasi enkapsulasi efektif dalam mengendalikan penyakit moler yang disebabkan oleh *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah di lahan gambut. Efektifitas tersebut terbukti dengan dosis 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./tanaman bawang merah masa inkubasi *Fusarium oxysporum* tidak terjadi sampai panen dan tidak ada kejadian penyakit, selain itu pemberian dosis 2,5 g enkapsulasi *Trichoderma* spp./tanaman bawang merah juga meningkatkan jumlah umbi, diameter umbi dan berat basah umbi bawang merah dengan hasil produksi mencapai hasil 12,97 ton.ha⁻¹.

Daftar Pustaka

- Aenul, L. (2021). Pemanfaatan Beberapa Isolat *Trichoderma Harzianum* sebagai Agensia Pengendali Hayati Penyakit Layu *Fusarium* pada Bawang Merah. *J Eugenia*, **17**(2), 86–95.
- Alhaddad, A. (2020). Perubahan Unsur Hara Nitrogen (N) dan Phosphor (P) Tanah Gambut di Lahan Gambut yang Dipengaruhi Lama Pengolahan Lahan. *Jurnal Pedon Tropika*, **1**(2), 1–9.
- Badan Pusat Statistik. (2019). Produksi Bawang Merah Menurut Provinsi Tahun 2015. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- BPS Kalsel. (2023). *Produksi tanaman sayuran menurut kabupaten/kota dan jenis tanaman di provinsi Kalimantan Selatan*. <https://kalsel.bps.go.id/id/statistics-table/3/ZUhFd1JtZzJWVpWTJsV05XTllhVmhRSzFoNFFUMDkjMw==/produksi-tanaman-sayuran-dan-buah-buahan-semusim-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman---di-provinsi-kalimantan-selatan--2022.html>. Diakses 10 Juli 2025.
- BPTPH Kalsel. (2023). Serangan Penyakit Moler di Kalimantan Selatan. <https://bptph.kalselprov.go.id/>. Diakses 10 Juli 2025.
- Budiarti, S. W., Cahyaningrum, H., & Nugroho, M. A. S. (2022). Inventarisasi Penyakit Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Lokananta Asal Biji (True Shallot Seed). *Journal of Agri-Food, Nutrition and Public Health*, **3**(2), 143. DOI: <https://doi.org/10.20961/agrihealth.v3i2.64617>
- Cahyaningrum, H., Nurhayati, Nurmili, Suneth, R. F., Sirajuddin, Gazali, I., Hafid, A., Lenin, I., & Meilin, A. (2023). Penyakit moler pada bawang merah. *Jurnal Media Pertanian*, **8**(2): 152-155.
- Emeliawati, E., Salamiah, S., & Fitriyanti, D. (2022). Pengendalian Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum*) Pada Bawang Merah dengan Serbuk Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) di Lahan Gambut. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, **5**(2), 499–505. DOI: <https://doi.org/10.20527/jppt.v5i2.1255>
- Gusnawaty, H., Taufik, M., Bande, L. O. S., Satrah, V. N., Putri, N. P., Mariadi, Rahman, A., & Asniah. (2020). Potential of Dosage of Bokashi from Agricultural Waste and Biodecomposer *Trichoderma asperellum* on Growth of Three Varieties of Soybean, and Disease Incidence of Stem Rot Caused by *Sclerotium rolfsii*. *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, **13**(6), 42–50. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-1306024250>
- Jyothi, N. V. N., Prasanna, P. M., Sakarkar, S. N., Prabha, K. S., Ramaiah, P. S., & Srawan, G. Y. (2010). Microencapsulation techniques,

- factors influencing encapsulation efficiency. *Journal of Microencapsulation*, **27**(3), 187–197. DOI: <https://doi.org/10.3109/02652040903131301>
- Kementrian Pertanian. (2023). *Outlok Bawang Merah-Satu Data Pertanian*. https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Outlook_Bawang_Merah_2023. Diakses 10 Juli 2025.
- Masengi, K. I. E. G., J. P. Siampa & T. E. Tallei. (2020). Penyalutan Bakteri Asam Laktat Hasil dari Fermentasi Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus*) dengan Pewarna Bunga Telang (*Clitoria ternatea*). *Jurnal Bios Logos*, **10**(2): 86-92.
- Muliana, M., Iswahyudi, I., & Juanda, B. R. (2024). Pengaruh Dosis *Trichoderma harzianum* Dan Varietas Bawang Merah untuk Mengendalikan Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum*) dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, **6**(2), 377–391. DOI: <https://doi.org/10.33512/jipt.v6i2.28831>
- Nanda, Amelia, Intan Sari, E. Y. Y. (2022). Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium Cepa* L) dengan Pemberian Mikroorganisme Lokal (Mol) Feses Walet Pada Media Gambut. *Agro Indragiri*, **9**(1), 22–34.
- Nuraini, A. S., Utama, P., & Sodik, A. H. (2023). Efek Pemberian Kompos dan Biochar terhadap Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Soilrens*, **20**(2), 61. DOI: <https://doi.org/10.24198/soilrens.v20i2.45265>
- Nurhidayah, Sennang, N. R., & A. Dachlan. (2016). Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Pada berbagai Perlakuan Berat Umbi dan Pemotongan Umbi. *Jurnal Agrotan*, **2**(1), 84–97. DOI: <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/agrotan/article/view/519/386>
- PPKL-KLHK. (2017). Kesatuan Hidrologis Gambut Nasional. <https://pkgpkl.menlhk.go.id>. Diakses 18 April 2025.
- Puspitorini, P., A. D. Serdani, T. Endrawati, A. W. Kunharjanti, R. Purwatiningsih, Istiqomah, D. Megasari, A. Wafa & S. Khoiri. 2024. *Perlindungan Tanaman*. Lakeisha. Klaten
- Pranata, P. B., Elia, A., & Winda, R. (2023). Karakterisasi Penampilan Agronomi Beberapa Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) Akibat Ragam Konsentrasi Gibberellic Acid di Dataran Rendah Kabupaten Karawang. *Jurnal Agroplasma*, **9**(5), 206–213.
- Rahmadani, S., Salamiah, & Rosa, H. O. (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.). *Proteksi Tanaman Tropika*, **4**(2), 330–336.
- Riseh, R. S., Skorik, Y. A., Thakur, V. K., Pour, M. M., Tamanadar, E., & Noghabi, S. S. (2021). Encapsulation of plant biocontrol bacteria with alginate as a main polymer material. *International Journal of Molecular Sciences*, **22**(20), 69-81. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms222011165>
- Sharma, P., Sharma, M., Raja, M., Singh, D. V., & Srivastava, M. (2016). Use of *Trichoderma* spp. in biodegradation of Carbendazim. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, **86**(7), 891–894. DOI: <https://doi.org/10.56093/ijas.v86i7.59770>
- Simamora. D. Y. (2021). Intisari Pengendalian Penyakit Moler pada Bawang Merah

- dengan Menggunakan Fungisida. *Skripsi*. Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sumardi, Cahyono, K., Nurcahyani, E., Wahyuningsih, S., & Irawan, B. (2021). Imobilisasi Bakteri Asam Laktat dengan Menggunakan Alginat. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 4(1), 33–40.
- Susilawati, Sodikin, E., Sulaiman, F., & Irmawati, I. (2023). Pengaruh Ukuran Umbi terhadap Pertumbuhan Awal Tiga Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-11 Tahun*, 6051, 151–162.
- Wibowo, S. (2007). *Budidaya bawang merah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wiyatiningsih, S., B. Hadisutrisno., N. Pusposenjojo & Suhardi. (2009). Masa Inkubasi dan Intensitas Penyakit Moler pada Bawang Merah di Berbagai Jenis Tanah dan Pola Pergiliran Tanaman. *Jurnal Pertanian Mapeta*, 11(3), 192-198.
- Yiyin. Y. F, Ketut. N, & Bambang B. S. (2023). Respon Pertumbuhan Dua Varietas Bawang Merah pada Awal Musim Hujan setelah Pemberian Pupuk Cair Bio-Extrim. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 2(1), 100–107. DOI: <https://doi.org/10.29303/jima.v2i1.2333>