

BOOK
CHAPTER



PENGELOLAAN HAMA & PENYAKIT TANAMAN HORTIKULTUR



EDITOR

- Sutarman
- Andriani Eko Prihatiningrum
- Dyah Roeswitawati

BOOK CHAPTER
PENGELOLAAN HAMA DAN PEYAKIT TANAMAN
HORTIKULTUR

Editor
Sutarman
Andriani E. Prihatiningrum
Dyah Roeswitawati



UMSIDA PRESS

Diterbitkan oleh
UMSIDA PRESS
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo

ISBN: 978-623-464-028-1

Copyright©2022
All rights reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini ke dalam bentuk apapun, secara elektronik, maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.
[Berdasarkan UU No. 19 Tahun 2000 tentang Hak Cipta Bab XII Ketentuan Pidana, Pasal 27, Ayat (1), (2), dan (6)]

Book Chapter

**Pengelolaan Hama dan Penyakit
Tanaman Hortikultur**

Editor

Sutarman

Andriani E. Prihatiningrum

Dosen Prodi Agroteknologi - Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Dyah Roeswitawati

Dosen Prodi Agroteknologi - Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Muhammadiyah Malang

Penerbit

UMSIDA PRESS

(Anggota IKAPI No. 18/Anggota Luar Biasa/JTI/2019)

P3I Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Kampus 1 Universitas Muhamamdiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

Telp. +62 31 8945444

Fax +62 31 8949333

<https://p3i.umsida.ac.id>

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas tersusunnya *Book Chapter* tentang pengelolaan hama dan penyakit secara terpadu tanaman horikultur sebagaimana mestinya.

Buku ini disusun sebagian besar berdasarkan: (i) hasil kajian observasi praktek implementasi pengelolaan hama dan penyakit tanaman sayuran atau horikultur petani di lapang, dan (ii) kajian literatur yang bersumber pada berbagai artikel jurnal nasional dan Internasional relevan terkait aspek *pest and dease management* di bidang hortikultura terutama referensi 5-10 tahun terakhir.

Book chapter ini berisi lima artikel yang masing-masing membahas aspek perlindungan tanaman hortikultur yang berbeda dengan satu artikel yang secara khusus membahas pengelolaan hama dan penyakit benih dan bibit tanaman hortikultur untuk melengkapi keutuhan keseluruhan makalah.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada: Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA), Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UMSIDA atas dukungan moril dan fasilitas yang disediakan bagi penyusunan buku ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Sidoarjo, Oktober 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
Pendahuluan: Relevansi Kajian Pemanfaatan Agen Hayati dalam Pest – Disease Management Tanaman Hortikultura Sutarman	1-6
Pengendalian Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Terong (<i>Solanum Melongena</i> L.) Terpadu Di Desa Permisan Kecamatan Jabon, Sidoarjo Inekeputri V, Masda A, Ahmad A.F, Cintya M.P.N, M. Tsamrotul F, dan Aisyah R, Sutarman	7-30
Pengendalian Penyakit Bercak Daun Dan Hama Kutu Daun Pada Tanaman Seledri (<i>Apium Graveolens</i> L.) Di Dusun Sumberan Kecamatan Pacet Kabupaten Mojokerto T. Prahasti, A.D. Assholikhah, R.N. Wahyuningsih, A. Cahyati, F. Abidin, M. C. Mustofa, Sutarman	31-48
Pengendalian Penyakit Moler Dan Hama Ulat Grayak (<i>Spodoptera exigua</i>) Pada Tanaman Bawang Merah (<i>Allium Cepa</i> L.) Di Desa Becirongengor Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo A. N. Putri, A. A. Dewi, A. U. Fitriyah, I. Khoirunnisa, Y. I. Haq, A. A. Mahendra, dan B. Budiargo, Sutarman	49-69
Pengelolaan Hama dan Penyakit Terpadu Tanaman Cabai (<i>Capsicum frustences</i> L.) di Desa Becirongengor Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo A.F. Farihadina, R. Jannah, I.T. Saputra, M.F. Ramadhani, F. Luthfiyani, E.F. Marga, Sutarman.....	70-94
Pengelolaan Hama dan Penyakit Tanaman Bayam Hijau (<i>Amaranthus tricolor</i>) di Desa Grogol Kecamatan Tulangan Kabupaten Sidoarjo M.K. Sari, A. Kuswardina, R. Hasanah, A. Syafrizal, N. Kamaludin, Sutarman	95-103
Pengelolaan Hama Dan Penyakit Terpadu Pada Tanaman Sawi (<i>Brassica chinensis</i> var. <i>Parachinensi</i>) Di Desa Grogol Kecamatan Tulangan Kabupaten Sidoarjo Rini, R., Adelia Dwi E.S., Syafitri, M., Burhanudin, M., Khomariyah, N., Sutarman.....	104-113
Pengelolaan Hama Dan Penyakit Pada Benih dan Persemaian Tanaman Hortikutur Sutarman, Sukarno, A.	114-161

**PENGENDALIAN PENYAKIT MOLER DAN HAMA ULAT
GRAYAK (*Spodoptera exigua*) PADA TANAMAN BAWANG
MERAH (*Allium cepa* L.) di Desa Becirongengor
Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo**

A. N. Putri^{1*}, A. A. Dewi¹, A. U. Fitriyah¹, I. Khoirunnisa¹, Y. I. Haq¹, A. A.
Mahendra¹, B. Budiargo¹, Sutarman¹,

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi.
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Jl. Raya Candi No. 250 Candi, Sidoarjo-Indonesia

*Email: putri07@gmail.com

Abstract. The purpose of this study was to describe the management of pests and diseases in shallots through a case study in Bencirong Village, Wonoayu District, Sidoarjo Regency which focuses on the integration of cultivation techniques applications, the use of vegetable pesticides, and the application of *Trichoderma* biocontrol agents. The methods used in this study include surveying the location of shallots, observing pests and diseases that occur in shallots, identifying diseases that attack shallots, observing planning and implementing the cultivation and protection of shallots in Becirongengor village. The results of the activity showed that in the cultivation of shallots, there was an attack of moler disease or *Fusarium* wilt and armyworm pests on shallot (*Allium cepa* L.). The control efforts carried out partially utilize chemical pesticides with yields that are not optimal, the use of *Trichoderma* biological agents can be an alternative to the use of chemical pesticides; without control measures, yields of onion bulbs that are below the optimal size are produced. The use of tobacco extract provides protection of shallot plants from armyworm attacks. Utilization of vegetable pesticides, onion extract and biocontrol agent *Trichoderma*, provides good prospects for plant protection.

Keyword: armyworm, biological agents, fusarium wilt disease, shallots

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan pengelolaan hama dan penyakit pada tanaman bawang merah melalui studi kasus di Desa Bencirong, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo yang menitik beratkan pada integrasi aplikasi teknik budidaya, pemanfaatan pestisida nabati, dan aplikasi agensia biokontrol *Trichoderma*. Metode yang digunakan dalam adalah meliputi survei lokasi lahan bawang merah, observasi hama dan penyakit yang terjadi pada tanaman bawang merah, kegiatan mengidentifikasi penyakit dengan yang menyerang bawang merah, observasi perencanaan dan pelaksanaan budidaya dan perlindungan tanaman bawang merah di desa Becirongengor. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa dalam budidaya bawang merah ini dijumpai serangan pemyakit *moler* atau layu *Fusarium* dan hama ulat grayak pada tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.). Upaya pengendalian yang dilakukan sebagian memanfaatkan pestisida kimia dengan hasil panen yang belum optimal, penggunaan agen hayati *Trichoderma* mampu menjadi

alternatif penggunaan pestisida kimia; tanpa tindakan pengendalian dihasilkan panen dengan umbi bawang merah yang rata-rata di bawah ukuran optimal. Penggunaan ekstrak tembakau memberikan perlindungan tanaman bawang merah dari seragan ulat grayak. Pemanfaatan pestisida nabati ekstrak bawang merah dan agen biokontrol *Trichoderma* memberikan prospek perlindungan tanaman yang baik.

Kata kunci: agen hayati, bawang merah penyakit layu fusarium, ulat grayak

1 PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan tanaman sayuran yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia dan digunakan sebagai bahan dapur untuk memasak sehari-hari. Hal tersebut menyebabkan permintaan bawang merah terus meningkat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2018) [1], konsumsi bawang merah penduduk Indonesia rata-rata mencapai 2,56 kg/kapita/tahun. Dengan data produksi tanaman bawang merah di Indonesia pada tahun 2013 adalah 10,22 ton/ha, tahun 2014 adalah 10,22 ton ha, tahun 2015 adalah 10,06 ton /ha, tahun 2016 adalah 9,67 ton/ha, dan pada tahun 2017 adalah 9,29 ton/ha [2].

Salah satu penyakit yang sering dijumpai pada tanaman bawang merah adalah penyakit moler, yang diduga disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*. Tanaman bawang merah yang terserang *F. oxysporum* menyebabkan 10-15 % bibit tidak mampu tumbuh sempurna, tunas yang tumbuh klorosis dan rebah ke tanah kemudian membusuk [3]. Besarnya kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit moler belum diketahui secara pasti karena terbatasnya informasi penyakit tersebut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu memberikan informasi mengenai penyakit moler pada bawang merah.

Upaya menekan penyakit moler yang terjadi pada bawang merah dengan menggunakan *trichoderma harzianum*, Untuk mengurangi dampak negatif penggunaan fungisida kimia tersebut perlu dilakukan alternatif pengendalian, yaitu dengan menggunakan *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali penyakit busuk umbi/ moler. Pengembangan bawang merah banyak menghadapi kendala diantaranya adalah serangan hama dan penyakit. Salah satu penyakit bawang merah yang harus diwaspadai pada awal pertumbuhan adalah penyakit layu Fusarium yang disebabkan oleh patogen *Fusarium oxysporum*. Menurut laporan petani, layu Fusarium telah menimbulkan kerusakan dan menurunkan hasil umbi lapis hingga 50% [3].

Hama yang sering dijumpai pada tanaman bawang merah adalah hama ulat daun yang memiliki nama latin *Spodopetra exigua*. Hama ini ditemukan hampir di seluruh sentra produksi bawang merah. Kerusakan yang ditimbulkan bervariasi dari 3,80% sampai 100,00% tergantung pengelolaan budidaya bawang merah [4]. Bawang merah yang terserang ulat grayak berakibat daun tanpak transparan karena mesofil daun digerek dari dalam, selanjutnya daun kering dan mati [3].

Saat ini pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang dilakukan petani masih menggunakan pestisida tetapi kurang efektif, yaitu dengan menggunakan dosis tinggi dan interval waktu penyemprotan yang tidak teratur, sehingga dampak ke lingkungan sudah tidak terkontrol, baik kepada organisme pengganggu tanaman itu sendiri maupun kepada masyarakat yang menggunakannya, bahkan dapat terjadi keracunan terhadap tanaman [4]. Untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia diperlukan pestisida yang bersifat ramah lingkungan yaitu baik untuk lingkungan maupun organisme lain.

Salah satu sebab menurunnya produktivitas bawang merah karena rendahnya kualitas benih yang ditanam. Secara umum petani menggunakan benih vegetatif berupa umbi. Benih berupa umbi sering terinfeksi pathogen tular penyakit yang disebabkan oleh penyakit moler dan hama ulat grayak (*Spodoptera exigua*). Pathogen tular penyakit tersebut menyebabkan terbatasnya ketersediaan umbi berkualitas, cenderung menurunkan produktivitas setiap tahunnya.

Salah satu cara untuk mengatasi rendahnya produksi bawang merah adalah penggunaan benih botani atau dikenal TSS (True Shallot Seed). Penggunaan benih botani lebih aman dari pathogen tular penyakit karena biji merupakan organ generatif. Permasalahannya Benih botani di Indonesia masih sulit untuk diproduksi, karena iklim yang kurang sesuai untuk bawang merah berbunga. Sulitnya pembungaan bawang merah ini menjadi pembatas berkembangnya penggunaan benih botani di Indonesia. Upaya untuk meningkatkan presentase pembungaan dapat dilakukan dengan pemberian pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Contohnya memberikan pupuk organik dan anorganik yang seimbang. Penggunaan pupuk organik dan anorganik dengan imbangnan yang sesuai dapat mengoptimalkan pertumbuhan bawang merah. Syaratnya imbangnan pupuk yang diberikan memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman.

Komoditas ini juga merupakan sumber pendapatan dan kesempatan kerja yang memberikan kontribusi cukup tinggi terhadap perkembangan ekonomi wilayah. Karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi, maka pengusahaan budidaya bawang merah telah menyebar di hampir semua provinsi di Indonesia. Meskipun minat petani terhadap bawang merah cukup kuat, namun dalam proses pengusahaannya masih ditemui berbagai kendala, baik kendala yang bersifat teknis maupun ekonomis.

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan pengelolaan hama dan penyakit pada tanaman bawang merah melalui studi kasus di Desa Bencirong, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo yang menitik beratkan pada integrasi aplikasi teknik budidaya, pemanfaatan pestisida nabati, dan aplikasi agensia biokontrol *Trichoderma*.

2 METODOLOGI

2.1 Metode dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini menggunakan tiga metode pendekatan, yaitu: (i) analisis sintesa kualitatif dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan, terkait pengelolaan hama dan penyakit tanaman terong secara komprehensif yang diperoleh dari berbagai jurnal ilmiah dan publikasi relevan lainnya, dan (ii) Observasi dan wawancara dengan narasumber, dan (iii) kegiatan aplikasi pestisida non kimia sintetis toksik. Hasil pengumpulan data dan informasi atas metode pendekatan yang diimplementasikan diinterpretasikan dan dianalisis untuk kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada integrasi teknik agronomi, aplikasi pestisida nabati, dan aplikasi agensia hayati *Trichoderma* bagi pengelolaan hama dan penyakit tanaman bawang merah secara terpadu.

Penelitian yang dilakukan dari bulan 1 April sampai 30 Juni 2021 di Desa Bencirong, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo- Jawa Timur.

2.2 Perencanaan Pengelolaan

2.2.1 *Objek dan lokasi pengamatan*

Objek penelitian yang diamati adalah tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.) yang terserang hama ulat grayak dan terkena penyakit moler. Lokasi lahan pengamatan berada di Desa Becirongengor, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo. Posisi lahan becirongengor berada pada ± 9.5 km dari kota sidoarjo. Dan penelitian

mengenai identifikasi penyakit di Laboratorium Agroteknologi Kampus 2 Universitas Muhammadiyah, Candi, Sidoarjo.

2.2.2 Bahan dan alat

Bahan pendukung yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bibit bawang merah, media PDA, dan Alkohol.

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah cangkul, kored, sabit, tugal, meteran, penggaris, timbangan, alat tulis, hand sprayer, neraca analitik, Erlenmeyer, gelas ukur, cawan petri, jarum ose, dan bunsen

2.2.3 Metode pelaksanaan

1. Survei lokasi lahan bawang merah di daerah Becirongengor, Wonoayu.
2. Melakukan observasi hama dan penyakit yang terjadi pada tanaman bawang merah.
3. Mengisolasi penyakit busuk umbi pada bibit bawang merah.
4. Melakukan isolasi di Laboratorium Agroteknologi.
5. Melakukan kegiatan sporulasi agar dapat mengetahui penyakit pada tanaman bawang merah.
6. Mengidentifikasi penyakit dengan menggunakan mikroskop.
7. Membuat rencana pengendalian penyakit dengan menggunakan pestisida nabati.

2.3 Aplikasi Pestisida Non Kimia Sintetis

2.3.1 Penyiapan bahan dan alat

Dalam penelitian ini khususnya yang terkait kegiatan laboratorium sebagai bagian dari kelengkapan penelitian pengendalian hama dan penyakit tanaman terong, secara keseluruhan digunakan peralatan seperti: Hand sprayer, cawan petri, gelas ukur, bunsen, inkas, mikroskop serta bahan terdiri atas: ekstrak kulit bawang merah dan bawang putih, alkohol, dan air destilat.

Dalam aplikasi metode pengendalian hama dan penyakit yang menggunakan pestisida non sintetis kimia toksik digunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan, pertama kita menggunakan pestisida nabati untuk mengendalikan hama seperti ulat/telur ulat grayak dari campuran bahan seperti tembakau, daun mimba, daun waru, bawang putih, bawang merah, dan serei. Bahan-bahan tersebut memiliki zat

penghambat tumbuh bagi hama ulat grayak dengan intensitas serangan ringan. Di samping itu digunakan pula isolate *Trichoderma* sp (koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi UMSIDA) untuk diformulasi dengan pelarut air destilat hingga siap disemprotkan.

2.3.2 Pembuatan dan aplikasi pestisida nabati

Pertama-tama dilakukan perendaman tembakau 300grm dengan 500ml air selama setengah hari lalu peras dan pisahkan airnya. Langkah berikutnya adalah menghancurkan bawang putih, bawang merah dan serai masing-masing seberat 100 gram yang terendam dalam 1.000 ml air destilat dengan cara mem-blender semua bahan, kemudian ditiriskan. Di lain pihak memblender masing-masing 200grm daun mimba dan waru dengan 100ml air lalu tiriskan; setelah bahan sudah selesai di tiriskan campur kesemua bahan tersebut siap untuk di aplikasikan, larutan stock pestisida nabati tersebut kemudian diencerkan hingga 10% untuk aplikasi ke tanaman, misal 100 ml larutan stock di tambahkan 900ml air.

2.3.3 Penyiapan dan aplikasi biopestisida *Trichoderma*

Biopestisida *Trichoderma* diperoleh dari hasil kultur isolate *Trichoderma* yang sudah diformulasi dalam tepung sekam kasar yang dipersiapkan oleh Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi UMSIDA dengan kandungan spora sekitar 10^6 CFU.gr⁻¹. Aplikasi dapat dilakukan sebagai soil treatment seperti pemupukan dengan dosis 50 gr per tanaman. Adapun aplikasi sebagai *apical tretament* yang disemprotkan di permukaan tajuk tanaman daun dil pperoleh dari perendaman tepung sekam kasar yang mengandung propagul *Trichoderma* tersebut yang perbandinganya dengan air adalah 200 gram dalam 10 liter selama minimal satu jam. Hasil penyaringan siap diaplikasikan sebagai penyemprotan di tajuk dengan dosis 50 ml per m² area pertanaman. Pelaksanaan penyemprotan dilakukan ketika bawang merah berumur kurang lebih 2 minggu untuk mengantisipasi atangnya ulat grayak yang di sebabkan oleh telur-telur yang berada pada tanaman bawang merah.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Botani Bawang Merah

Tanaman bawang merah menghasilkan produk utama berupa umbi yang dimanfaatkan bagi proses produksi makanan sebagai bumbu masak serta dimanfaatkan untuk berbagai keperluan yang terkait dengan kesehatan di samping dapat digunakan bagi keperluan budidaya tanaman pertanian baik sebagai biofertilizer maupun biopestisida.

3.1.1 Klasifikasi

Tanaman bawang merah diklasifikasikan sebagai berikut [5]: Kingdom: Plantae (Tumbuhan), Divisio: Spermatophyta, Subdivisio: Angiosperma, Class: Monocotyledone, Ordo: Liliaceae, Famili: Liliales, Genus: Allium, Spesies: Allium ascalonicum L. Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran dataran rendah, berasal dari Syria dan telah dibudidayakan semenjak 5.000 tahun yang lalu. Bawang merah merupakan tanaman semusim yang memiliki umbi yang berlapis, berakar serabut, dengan daun berbentuk silinder berongga. Umbi bawang merah terbentuk dari pangkal daun yang bersatu dan membentuk batang yang berubah bentuk membesar dan membentuk umbi. Umbi terbentuk dari lapisan-lapisan daun yang membesar dan bersatu. Tanaman ini dapat ditanam di dataran rendah sampai dataran tinggi yang tidak lebih dari 1200 m dpl. Di dataran tinggi umbinya lebih kecil dibanding dataran rendah [5].

3.1.2 Morfologi

Akar. Secara morfologi akar tersusun atas rambut akar, batang, ujung akar, dan tudung akar. Sedangkan secara anatomi (struktur dalam) akar tersusun atas epidermis, korteks, endodermis, dan silinder pusat. Ujung akar merupakan titik tumbuh akar. Ujung akar terdiri atas jaringan meristem yang sel-selnya berdinding tipis dan aktif membelah diri. Ujung akar dilindungi oleh tudung akar (kaliptra). Tudung akar berfungsi melindungi akar terhadap kerusakan mekanis pada waktu menembus [5]. Pada akar rambut terdapat rambut-rambut akar yang merupakan perluasan permukaan dari sel-sel epidermis akar. Adanya rambut-rambut akar memperluas daerah penyerapan air dan mineral. Rambut-rambut akar hanya tumbuh dekat ujung akar dan relatif pendek. Bila akar tumbuh memanjang ke dalam tanah maka pada ujung akar yang lebih muda akan terbentuk rambut-rambut akar yang baru, sedangkan rambut akar yang lebih tua akan hancur dan mati. Akar merupakan organ pada tumbuhan yang berfungsi sebagai alat untuk menyerap air dan garam mineral dari dalam tanah. Akar

juga berfungsi menunjang dan memperkokoh berdirinya tumbuhan di tempat hidupnya [5].

Batang. Batang pada bawang merah merupakan batang semu yang terbentuk dari kelompok-kelompok daun yang saling membungkus. Kelopak-kelopak daun sebelah luar selalu melingkar dan menutupi daun yang ada didalamnya. Beberapa helai kelopak daun terluar mengering tetapi cukup liat. Kelopak daun yang cukup menipis dan kering ini membungkus lapisan kelopak daun yang ada didalamnya yang membengkak. Karena kelopak daunnya membengkak bagian ini terlihat mengembung, membentuk umbi yang merupakan umbi lapis [5]. Bagian yang membengkak pada bawang merah berisi cadangan makanan untuk persediaan makanan bagi tunas yang akan menjadi tanaman baru sejak mulai bertunas sampai keluar akarnya. Sementara itu, bagian atas umbi yang membengkak mengecil kembali dan tetap saling membungkus sehingga membentuk batang semu [5].

Daun. Secara morfologi, pada umumnya daun memiliki bagian-bagian helaian daun (lamina), dan tangkai daun (petiolus). Daun pada bawang merah (*Allium cepa* var. *Ascalonicum*) hanya mempunyai satu permukaan, berbentuk bukat kecil, memanjang dan lubang seperti pipa. Bagian ujung daun meruncing dan bagian bawah melebar seperti kelopak dan membengkak [5]. Lebih lanjut dikemukakan bahwa pada bawang merah, ada juga daun yang membentuk setengah lingkara pada penampang melintang daun, warna daun hijau muda. Kelopak-kelopak daun sebelah luar melingkar dan menutup daun yang ada didalam.

Umbi. Bagian pangkal umbi membentuk cakram yang merupakan batang pokok yang tidak sempurna (rudimenter). Dari bagian bawah cakram tumbuh akar-akar serabut. Di bagian atas cakram terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjaditanaman baru. Tunas ini dinamakan tunal lateral, yang akan membentuk cakram baru dan kemudian dapat membentuk umbi lapis kembali [5].

3.1.3 Varietas

Varietas bawang merah terdapat beberapa jenis yang sudah dilepas oleh dinas pertanian. Setidaknya da delapan varietas unggul yang telah dilepas pemerintah, antara lain: varietas Bima Brebes, Maja, Keling, Medan , Super Philip, Kramat-1, Kramat-2, Kuning dan Batu Ijo, hanya sesuai untuk musim kemarau, sedangkan varietas unggul bawang merah yang sesuai dengan musim hujan dan telah dilepas pemerintah hanyalah

varietas Bauji. Lima Varietas Unggul Nasional Bawang Merah yang dilepas BPTP Jawa Timur [2]. Bawang merah varietas Bauji akan mulai berbunga pada umur 45 hari dan panen dapat dilakukan ketika sudah berumur 60 hari. Tinggi tanaman berkisar antara 35-43 cm, mudah berbunga dan memiliki banyak anakan 9-16 umbi per rumpun [3]. Dapat di tanam di dataran rendah yaitu 20 m- 400 m dpl, dan sangat sesuai ditanam pada musim hujan. Jenis tanah yang dapat dimanfaatkan bervariasi dari tanah aluvial, latosol, dan andosol yang memiliki tekstur lempung berpasir dan struktur remah dengan pH 6-6,5. Bawang merah varietas Batu Ijo berasal dari Batu-Malang, varietas ini cocok untuk ditanam di dataran tinggi yaitu 1000-1500 mdpl pada musim kemarau. Varietas Batu Ijo akan mulai berbunga pada 45-50 hari, memiliki anakan antara 2-5 umbi per rumpun. Tanah yang digunakan untuk bertanam varietas Batu Ijo ini memiliki kesuburan yang tinggi, tekstur lempung berpasir dan struktur remah dengan pH berkisar antara 6-6,5. Jenis tanah yang dapat dimanfaatkan bervariasi dari tanah aluvial, latosol, dan andosol [3]. Bawang merah varietas Super Philip berasal dari Philipine dan memiliki nama asli Philipine dapat diusahakan mulai dari dataran rendah maupun dataran medium pada musim kemarau. Varietas super Philip dapat mulai berbunga 50 hari dan panen umur 60 hari, tinggi tanaman yang dimiliki adalah 36-45 cm. Tanah yang diinginkan adalah berdrainase baik dan kesuburan tinggi, tekstur lempung berpasir dan struktur remah dengan pH 6-6,5, dapat dibudidayakan di lahan sawah, lahan kering atau lahan tegalan, dengan jenis tanah bervariasi dari Aluvial, Latosol dan Andosol (Baswarsiati, 2009) [2]. Bawang merah varietas Thailand biasa disebut dengan varietas tajuk, bawang merah ini berasal dari introduksi dari Thailand. Varietas Thailand memiliki umur panen antara 52 – 59 HST, memiliki daya simpan 3 – 7 bulan setelah panen dengan warna umbi merah muda. Jumlah umbi per rumpun berkisar 5 – 15 umbi dan berat umbi 5 – 12 gram/umbi, bentuk umbi bulat dengan diameter 1,7 – 3,2 mm, serta tinggi tanaman mencapai 26,4 – 40 cm, panjang daun 27 – 32 cm dengan bentuk penampang silindris berrongga, daun berwarna hijau dan jumlah daun per umbi 8 – 9 helai [2].

3.2 Budidaya Bawang Merah

Budidaya bawang merah ini merupakan teknik agronomis yang dilaksanakan di lahan observasi serta didukung oleh fakta dan hasil riset yang dirangkum dari berbagai sumber hasil publikasi.

3.2.1 Pengolahan tanah

Pengolahan tanah pada dasarnya dimaksudkan untuk menciptakan lapisan olah yang gembur dan cocok untuk budidaya bawang merah. Pengolahan tanah umumnya diperlukan untuk menggemburkan tanah, memperbaiki drainase dan aerasi tanah, meratakan pemupukan tanah, dan mengendalikan gulma. Pada lahan kering, tanah dibajak atau dicangkul sedalam 20 cm, kemudian dibuat bedengan-bedengan dengan lebar 1,2 meter, tinggi 25 cm, sedangkan panjangnya tergantung pada kondisi lahan. Tanah yang telah diolah dibiarkan sampai kering kemudiandiolah lagi 2-3 kali sampai gembur sebelum dilakukan perbaikan bedengan-bedengan dengan rapi. Waktu yang diperlukan mulai dari pembuatan parit, pencangkulan tanah (ungkap 1, unkap 2, cocrok) sampai tanah menjadi gemburdan siap untuk ditanami sekitar 3-4 minggu [5]. Pengolahan tanah efektif untuk menambah kesuburan tanah dan memelihara struktur tanah tetap gembur sehingga dapat meningkatkan bobot umbi bawang merah. Pada tanah yang gembur proses pergantian udara dapat lancar dimana jumlah partikel-partikel seperti unsur N akan lebih banyak, sehingga perkembangan umbi bawang merah akan berjalan sempurna [6].

3.2.2 Pemupukan

Pemupukan pupuk pada tanaman bawang merah diberikan sebanyak 3 kali, yaitu pemberian pupuk dasar, pupuk susulan 1 dan pupuk susulan 2. Pemberian pupuk dasar dilakukan pada 1-2 hari sebelum tanam. Pemberian pupuk dasar terdiri dari pemberian pupuk organik dan TSP. Pupuk organik yang diberikan, yaitu berasal dari pupuk kandang sapi sebanyak 1315-20 ton/ha, sedangkan jika digunakan pupuk dari kotoran ayam sebanyak 5-6 ton/ha dan TSP sebanyak 120-200 kg/ha. Pemberian pupuk organik maupun pupuk kimia dapat dilakukan dengan cara disebar dan diaduk rata dengan tanah dibedengan. Setelah tanaman bawang berumur 2 minggu (10-15 hari setelah tanam), dilakukan pemupukan susulan ke-1. Pupuk yang diberikan yaitu: Urea sebanyak 100 kg/ha, KCl sebanyak 37,5 kg/ha dan ZA 250 kg/ha. Sedangkan pemupukan ke-2, dilakukan pada saat tanaman berumur 20-25 hari setelah tanam. Pupuk yang diberikan yaitu: Urea 100 kg/ha, KCl sebanyak 37,5 kg/ha dan ZA 250

kg/ha . Untuk pemberian pupuk susulan yang 1 dan 2, dilakukan dengan cara mencampur pupuk yang akan ditaburkan dengan mencampur rata, kemudian ditaburkan secara merata. Untuk pemberian pupuk susulan ke-2 dilakukan 3 hari setelah pendagiran dengan cara ditaburkan merata [3]. Penanaman Umbi bibit ditanam didalam polibag berukuran 25 cm x 25cm. Umbitanaman bawang merah dimasukkan kedalam tanah dengan seperti memutar sekrup. Penanaman diusahakan jangan terlalu dalam karena umbi mudah mengalami pembusukan.

3.2.3 Penanaman

Umbi bibit ditanam dengan jarak tanam 20 cm x 15 cm, dengan alat penugallubang tanaman dibuat sedalam rata-rata setinggi umbi. Umbi bawang merah dimasukkan ke dalam lubangtanaman dengan gerakan seperti memutar sekerup, sehingga ujung umbi tampak rata dengan permukaan tanah. Tidak dianjurkan untuk menanam terlalu dalam, karena umbi mudah mengalami pembusukan. Setelah tanam, seluruh lahan disiram dengan embras yang halus [4]. Penanaman bawang merah pada lahan kering menggunakan jarak 15 cm x 20 cm untuk ukuran umbi agak besar dan 15 cm x 15 cm untuk umbi ukuran kecil, ditanam satu umbi tiap lubang ukuran jarak tanam, ditanam langsung sehingga rata dengan permukaan tanah. Pemakaian umbi yang seragam menghasilkan pertanaman bawang merah tumbuh merata selama 7-10 hari [4].

3.2.4 Pemeliharaan pertumbuhan tanaman

Hasil observasi yang dilakukan di lapang sejak kemunculan tunas bawang merah hingga puncak pertumbuhan vegetatifnya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pertumbuhan tanaman bawang merah sejak kemunculan tunas (kiri), umur 21 dan 45 hari setelah tanam (tengah dan kanan)

Tanaman bawang merah tidak menghendaki banyak hujan karena umbi dari bawang merah mudah busuk, akan tetapi selama pertumbuhannya tanaman bawang merah memerlukan air yang cukup. Oleh karena itu tanaman bawang merah perlu penyiraman secara intensif apalagi jika pertanaman di lahan bekas sawah dalam keadaan terik sehari pada pagi sore hari, sejak tanam sampai menjelang panen. Penyiraman yang dilakukan pada musim hujan umumnya hanya ditunjukkan untuk membas daun tanaman, yaitu untuk menurunkan percikan tanah yang menempel pada daun bawang merah. Pada bawang merah periode kritis karena kekurangan air terjadi saat pembentukan umbi [4], sehingga dapat menurunkan produksi. Untuk menanggulangi masalah ini perlu adanya pengaturan ketinggian muka air tanah (khusus pada lahan bekas sawah) dan frekuensi pemberian air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian air dengan ketinggian 7,5 –15 mm dengan frekuensi satu hari sekali rata-rata memberikan bobot umbi bawang merah tertinggi.

3.2.5 Pemanenan

Bawang merah dapat dipanen setelah umurnya cukup tua, biasanya pada umur 60 hari -90 hari. Tanaman bawang merah dipanen setelah terlihat tanda-tanda 60% leher batang lunak, tanaman rebah, dan daun menguning. Pemanenan sebaiknya dilaksanakan pada keadaan tanah kering dan cuaca yang cerah untuk mencegah serangan penyakit busuk umbi di gudang. Bawang merah yang telah dipanen kemudian diikat pada batangnya untuk mempermudah penanganan, selanjutnya umbi dijemur sampai cukup kering (1-2 minggu) dengan dibawah sinar matahari langsung, kemudian biasanya diikuti dengan pengelompokan berdasarkan kualitas umbi. Pengeringan juga dapat dilakukan dengan alat pengering khusus sampai mencapai kadar air kurang lebih 80%. Apabila tidak langsung dijual, umbi bawang merah disimpan dengan cara menggantungkan ikatan-ikatan bawang merah digudang khusus, pada suhu 25-30 °C dan kelembaban yang cukup rendah (\pm 60-80%).

3.3 Evaluasi Hama dan Penyakit Utama

Hasil observasi terhadap aktivitas jasad pengganggu tanaman bawang merah di desa becironggor, Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo yang didukung oleh pengamatan di laboratorium Mikrobiolog dan Bioteknologi dan Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman UMSIDA terhadap isolate pathogen hasil isolasi dari

pertanaman bawang merah diketahui ada dua jenis organisme pengganggu tanaman yaitu pathogen penyebab penyakit moler dan

3.3.1 Penyakit Moler

Penyakit moler pada tanaman bawang merah disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*. Jamur pathogen ini dapat bertahan di dalam tanah selama bertahun-tahun dan populasinya akan meningkat apabila pada tanah tersebut ditanami tanaman yang sesuai. *Fusarium oxysporum* menginfeksi melalui akar dan berkembang di dalam xilem jamur mengadakan penetrasi melalui jaringan meristem pada ujung akar melalui epidermis pada zona memanjangnya akar dan melalui celah-celah yang terjadi Karena munculnya akar lateral baru.

Gejala khas serangan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* (Gambar 2) ini adalah sebagai berikut:

- (i) Tanaman tampak kerdil;
- (ii) Daun meliuk-liuk dan lebih panjang dibandingkan daun sehat;
- (iii) Daun menjadi tidak tegak ke atas tetapi terkesan rebah;
- (iv) Daun menjadi berwarna hijau pucat tetapi tidak layu.



Gambar 2. Gejala awal serangan patogen *Fusarium* sp. (umur 21 hari setelah tanam) (kiri) dan tanaman sehat (kanan)

Dugaan atas faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit adalah: (i) penggunaan bibit dari umbi yang tidak sehat, dan (ii) penggunaan pupuk kandang yang

masih mentah atau belum diolah menjadi pupuk organik akan meningkatkan intensitas serangan penyakit.

3.3.2 Ulat grayak (*Spodoptera exigua*)

Ulat grayak atau *spodoptera exigua* merupakan hama dominan pada pertanaman bawang merah. Larva berada di dalam daun dan memakan jaringan daun bagian dalam. Hama ini dapat menyebabkan kegagalan panen (kerusakan >75%) jika tidak dilakukan upaya pencegahan dan pengendalian hama sejak tanaman berumur 3 minggu. upaya pengendalian menggunakan insektisida kimia maupun hayati mampu menekan kerusakan tanaman menjadi 15-20%.

Secara morfologi ulat penggerek daun yang menyerang tanaman bawang merah ini adalah sebagai berikut:

- (i) Ulat yang masih muda berwarna hijau seperti daun, semakin tua warnanya menjadi coklat tua dengan garis-garis putih;
- (ii) Panjang ulat 2,5 cm;
- (iii) Ulat berada di dalam rongga daun selama 9 sampai 14 hari dan menggerek daun.

Adapun ciri-ciri morfologi imagonya (ngengatnya) adalah sebagai berikut:

- (i) Ngengat dewasa aktif makan kawin dan berpindah tempat pada malam hari sedangkan pada siang hari beristirahat di dasar tanaman;
- (ii) Ngengat sangat tertarik terhadap cahaya.

Gejala serangan yang teramati adalah meliputi:

- (i) Daun menjadi layu dan ada bercak bercak putih memanjang;
- (ii) Bagian ujung daun tampak terpotong-potong;
- (iii) Jaringan bagian dalam daun dimakan ular sehingga daun tampak menerawang tembus cahaya.

3.4 Aplikasi Pestisida Non Kimia Sintetis

Hasil aplikasi pestisida non kimia sintetis toksik yang dalam hal ini menggunakan ekstrak ulit bawang merah dan bawang putih dapat dideskripsikan dan

diperbandingkan secara visual dengan tanpa aplikasi pestisida non kimia ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Gejala visual pertanaman bawang merah sebagai respons terhadap perlakuan biopestisida *Trichoderma* dibandingkan dengan yang diberi perlakuan pestisida kimia sintesis toksik untuk melindungi dari penyakit molerian

Bagian tanaman	Respons terhadap aplikasi agensia hayati <i>Trichoderma</i>	Respons terhadap pemberian pestisida kimia	Respons tanaman jika tidak diberi pestisida
Daun	Daun tidak ada gejala busuk, maksimum bergejala ringan	Daun tidak ada gejala busuk, walaupun ada gejalanya sangat ringan	Daun terdapat gejala busuk ringan sampai sedang
Umbi	Umbi sehat, beberapa di antaranya berukuran lebih besar	Umbi sehat	Umbi sebagian besar sehat tapi ukurannya rata-rata beberapa di antaranya berukuran kecil

Tabel 2. Gejala visual pertanaman bawang merah sebagai respons terhadap perlakuan pestisida non kimia sintesis (pestisida nabati kulit bawang) dibandingkan dengan yang diberi perlakuan pestisida kimia untuk melindungi seragan ulat grayak

Bagian tanaman	Respons terhadap aplikasi pestisida nabati (kulit bawang merah dan putih)	Respons terhadap pemberian pestisida kimia	Respons tanaman jika tidak diberi pestisida
Daun	Daun sedikit bergejala ruak tergerek ulat	Daun sedikit bergejala rusak tergerek ulat	Daun bergejala ruak tergerek ulat lebih banyak

Umbi	Umbi sehat,	Umbi sehat	Sebagian umbi berukurannya di bawah rata-rata
------	-------------	------------	---

3.5 Pembahasan Umum

Berdasarkan hasil pengamatan pada penelitian yang telah dilaksanakan, gejala penyakit busuk umbi yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* baru nampak pada saat tanaman berusia 3 minggu. Selanjutnya pada minggu ke 4 sampai panen gejala serangan semakin jelas terlihat, dan jumlah tanaman yang terserang semakin lama semakin meningkat. Pengaplikasian pupuk *Trichoderma* berpengaruh terhadap pengendalian penyakit ini, olah tanah dan pemupukan sebelum panen menurunkan tingkat kerusakan akibat jamur *Fusarium oxysporum* dibandingkan dengan tanah yang tidak diberi pupuk *Trichoderma*.

Trichoderma bekerja dengan cara meliputi *Fusarium* dan menghancurkan dinding selnya atau disebut proses parasitisme. Bukti kemampuan *Trichoderma* sebagai antagonist bagi berbagai jamur patogen tanaman [7] dan banyak jenis tanaman hortikultur meliputi hawar daun bibit kako yang disebabkan *Phytophthora palmivora* [8], antraknose cabe kriting yang disebabkan *Colletotrichum* spp. [9], busuk pangkal batang cabe merah yang disebabkan *Fusarium oxysporum* [10-11], hawar daun teh dan bibit pinus yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* [12-16], dan jeruk [17]. Jamur ini juga efektif mengendalikan layu bakteri pada bibit tembakau yang disebabkan *Ralstonia solanacearum* [18]. Namun demikian aktivitasnya justru mendukung organisme lain yang menguntungkan di dalam tanah [19-20].

Trichoderma memberikan pengaruh positif terhadap rhizofe tanaman, pertumbuhan dan produksi tanaman. Aktivitas *Trichoderma* selain menghasilkan metabolit sekunder juga nutrisi hasil dekomposisi bahan organik yang berperan dalam pertumbuhan tanaman [21-23]. Kinerjanya dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman diperlihatkan pada tanaman bawang merah [24-25], mangga [26], kentang [27-28], cengkeh [29], kedele [30-33], dan jahe merah [34].

.Penggunaan pestisida nabati untuk mengendalikan hama ulat grayak, kematian yang dialami oleh seluruh larva akibat adanya metabolit sekunder utama pada tanaman mimba yang berfungsi sebagai Azadirachtin yang terbentuk secara alami

memiliki efek berupa antifeedant dengan menghasilkan stimulan penolak makan yang mengganggu persepsi rangsangan untuk makan. Penelitian ini menggunakan pesnab untuk mengendalikan ulat grayak menggunakan metode pengendalian hama dan penyakit secara organik dengan menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan, pertama kita menggunakan pestisida nabati untuk mengendalikan hama seperti ulat/telur ulat grayak dari campuran bahan seperti tembakau, daun mimba, daun waru, bawang putih, bawang merah, dan serih. Bahan-bahan tersebut memiliki zat penghambat tumbuh bagi hama ulat grayak dengan intensitas serangan ringan. Dengan menggunakan organik memperlambat telur menetas bisa telur menjadi busuk maupun telur gak bisa jadi dan juga mengurangi biaya semisal menggunakan bahan kimia menyebabkan biaya menjadi banyak. Pengendalian hama juga bisa dengan menentukan bulan ke berapa agar tanaman bawang merah tidak muda terserang. Penelitian ini melakukan penyemprotan 3 kali dalam jangka 10 hari agar pencegahan hama bisa terkendali di lahan ini mempunyai 10 kotak yang bisa di amati, dari 10 kotak terdapat 2 kotak problem terdapat hama penyakit terkena ulat grayak dengan pengendalian secara insentif mengurangi menetasnya telur.

Hama penyakit yang menyerang tanaman bawang merah antara lain adalah ulat grayak Spodoptera, Trips, Bercak ungu Alternaria (Trotol), (Colletotrichum), busuk umbi Fusarium, busuk putih Sclerotum, busuk daun Stemphylium dan virus. Pengendalian hama dan penyakit merupakan kegiatan rutin atau tindakan preventif yang dilakukan petani bawang merah. Umumnya kegiatan ini dilakukan pada minggu kedua setelah tanam dan terakhir pada minggu kedepalan dengan interval 2-3 hari {34}. Pengendalian hama dan penyakit yang tidak tepat (pencampuran) 2-3 jenis pestisida, dosis yang tidak tepat, spuyer (nozzle) yang tidak standar dapat menimbulkan masalah yang serius (kesehatan, pemborosan, resistensi hama dan penyakit, residu pestisida, pencemaran lingkungan dan sebagainya). Salah satu cara yang dianjurkan untuk mengurangi jumlah pemakaian pestisida adalah dengan tidak mencampurkan beberapa jenis pestisida, memakai konsentrasi pestisida yang dianjurkan, memakai sprayer (nozzle) standar dengan tekanan pompa yang cukup.

4 KESIMPULAN

Dalam budidaya bawang merah di desa Bencironggor, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo dijumpai serangan penyakit layu fusarium dan hama ulat grayak. Pengendalian hama dan penyakit terutama menggunakan insektisida dan fungisida dengan bahan aktif senyawa kimia sintesis toksik, sebagian digunakan pestisida nabati ekstrak tembakau yang mampu menekan intensitas serangan hama ulat grayak (*Spodoptera exigua*) dan dalam pengendalian penyakit layu fusarium digunakan suspensi spora *Trichoderma harzianum* yang mampu melindungi tajuk tanaman dari infeksi patogen. Penggunaan pestisida nabati dan agen hayati trichoderma dapat menjadi alternatif penggunaan pestisida kimia sintetis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. 2004. Kabupaten Tegal dalam angka. Pemerintah Daerah Kabupaten Tegal
- [2] Direktorat Jendral Hortikultura. 2018. Statistik pertanian.pusat data dan sistem informasi pertanian Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 362 hal.
- [3] Abdul, M. & Mugiastuti, E. 2018. Pengelolaan tanaman bawang merah ramah lingkungan dengan pemanfaatan biopestisida *Trichoderma*.
- [4] Wijaya, Wahyuni, S. & Dendi. 2014. Hama ulat grayak, intensitas serangan, pertumbuhan dan hasil bawang merah. *Agroswagati* 2(9):224
- [5] Sumarni, N. & Hidayat, A. 2005. Budidaya Bawang Merah. Panduan Teknis PTT Bawang Merah No.3. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. 22 hal.
- [6] Jazilah, S. & Sunarto, S. 2007. Respon tiga varietas bawang merah terhadap dua macam pupuk kandang dan empat dosis pupuk anorganik. *Jurnal Penelitian dan Informasi Pertanian "Agrin"*, 11 (1): 43-51
- [7] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [8] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 17 (1), 45-52
- [9] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. Prihatinnigrum, A.E. 2021. In vitro evaluation of the inhibitory power of *Trichoderma harzianum* against pathogens that cause anthracnose in chili. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1764 012026. doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026

- [10] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way against *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* **1232** 012020 DOI 10.1088/1742-6596/1232/1/012020
- [11] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Agritech*: **19** (2): 144-155
- [12] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* **10**, 1-10
- [13] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persemaian (needles blight disease of *Pinus merkusii* seedlings on nursery). *Agritek* **9** (4), 1419-1427
- [14] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii* di persemaian. *Nabatia* **1** (2), 267-277
- [15] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit *Pinus merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* (Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* **10** (1), 43-60
- [16] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii* di berbagai persemaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* **15** (1), 44-52
- [17] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of Diplodia disease on pomelo citrus. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **819** 012007. DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012007
- [18] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterizations of *Trichoderma* sp. and its effect on *Ralstonia solanacearum* of tobacco seedlings. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* **21** (1), 8-19. DOI:[10.23960/jhptt.1218-19](https://doi.org/10.23960/jhptt.1218-19)
- [19] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. fungistatic effect of *ipomea carnea* extract and *trichoderma esperellum* against various fungal biological agents. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **1012** 012046. DOI 10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [20] Amin, F., Adiwirman dan Sri Yosefa. 2015. Studi Waktu Aplikasi Pupuk Kompos Leguminosa Dengan Bioaktivator *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)Jorn Faperta Vol 2. Universitas Riau.
- [21] Azis, A.N.W., Wachid, A. & Sutarman. 2019. The Effect Of *Trichoderma* Sp. and kinds of fertilizer costs on growth and production green mustard (*Brassicca rapa* L.). *Nabatia* **7** (1), 1-10

- [22] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [23] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Miftahurrohmat, A. 2021. Pengelolaan penyakit tanaman terpadu. Umsida Press. Sidoarjo. <https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/978-623-6833-08-7>
- [24] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Sukarno, A. & Miftahurrohmat, A. 2018. Initial growth response of shallot on Trichoderma formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* **420** (1), 012064. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012064
- [25] Sutarman & Prahasti, T. 2022. Uji keragaan *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika* 10 (3): 421-428. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v10i3.5737>
- [26] Sentosa, F.B., Sutarman, Nurmalarari, I.R.. 2021. The effect of *Trichoderma* and onion extract on the success of grafting in mango seedlings. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **819** 012008, DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012008
- [27] Sutarman & Putra, V.P. 2018. Trichoderma sp. Biopesticide Application Against Vegetative Biomass and Potato (*solanum tuberosum*). *Nabatia* 6 (2), 57-62
- [28] Sutarman. 2018. uji trichoderma harzianum sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hawar tajuk dan layu tanaman kentang. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217
- [29] Sutarman, Maharani, N.P., Wachid, A., Abror, M., Al Machfud, & Miftahurrohmat, A. 2019. Effect of ectomycorrhizal fungi and Trichoderma harzianum on the clove (*Syzygium aromaticum* L.) seedlings performances. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 01202. doi:10.1088/1742-6596/1232/1/012022
- [30] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2018. The morphological response of the soybean growth (*Glycine max* (l)) until vegetative stage 3 on various intensities of light. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* **420** 012069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069
- [31] Miftahurrohmat, A. & Sutarman. 2020. Utilization of trichoderma sp. and pseudomonas fluorescens as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 821 012002. doi:10.1088/1757-899X/821/1/012002
- [32] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards bacillus subtilis and trichoderma sp. applications as bio-fertilizer. *E3S Web of Conferences* **232**, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [33] Sutarman. 2018. Aplikasi biofertilizer pada kedele tahan naungan. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>

- [34] Sutarman. 2019. Respons tanaman jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap ekstrak bawang merah dan pupuk hayati Trichoderma. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* **6** (1), 62-76.
DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i1.922>