

## POTENSI METABOLIT SEKUNDER STREPTOMYCES SP. SEBAGAI BIOPESTISIDA PADA BERBAGAI KOSENTRASI TERHADAP PENYAKIT MOLER BAWANG MERAH

### THE POTENTIAL OF SECONDARY METABOLITES STREPTOMYCES SP. AS A BIOPESTICIDE IN VARIOUS CONCENTRATIONS AGAINST SHALLOT MOLER DISEASE

Indah Sari Dwi Agustin<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Penta Suryaminarsih<sup>2</sup>, Sri Wiyatiningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

#### ABSTRACT

*Moler disease or wilting of shallots caused by the Fusarium sp. The disease is classified as an important disease of shallot because inflicts up to 50% damage. One attempt to moler disease control with the use of secondary metabolite Streptomyces sp. from shallots field in Pare – Kediri. The purpose of the research is to know the potential secondary metabolite Streptomyces sp. which contains antibiotics as inhibitors of Fusarium sp. On various concentrations to shallots moler disease. The research uses a completely randomized design with treatment factor concentrations of secondary metabolite 5%, 10%, 15%, and 20%. Each treatment repeats 5 times and gives 5 units of plants each time. The observation was made on the incubation period, disease severity, and vegetative growth. The observation parameters were carried out on the incubation period, disease severity, plant height, and leaves total. The application of secondary metabolite Streptomyces sp. with a concentration of 20% on all observed parameters showed the best result compared to other treatments.*

**Key-words:** Antibiotics, disease severity, Fusarium sp.

#### INTISARI

Penyakit moler atau layu pada tanaman bawang merah disebabkan oleh jamur Fusarium sp. Penyakit ini tergolong penyakit penting pada tanaman bawang merah karena dapat menimbulkan kerusakan hingga 50%. Salah satu upaya untuk mengendalikan penyakit moler adalah dengan menggunakan metabolit sekunder Streptomyces sp yang berasal dari lahan bawang merah di Pare-Kediri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi metabolit sekunder streptomyces sp. yang mengandung antibiotik penghambat pertumbuhan Fusarium sp. pada berbagai konsentrasi terhadap penyakit moler bawang merah. Penelitian menggunakan Rancangan acak lengkap dengan faktor perlakuan konsentrasi metabolit sekunder 5%, 10%, 15% dan 20%. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali dan diberikan 5 unit tanaman pada masing-masing ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap masa inkubasi, keparahan penyakit serta pertumbuhan vegetatif. Parameter pengamatan dilakukan terhadap masa inkubasi, keparahan penyakit, tinggi tanaman dan jumlah daun. Aplikasi metabolit sekunder Streptomyces sp. konsentrasi 20% pada semua parameter pengamatan menunjukkan hasil terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Kata kunci: Antibiosis, Fusarium sp, keparahan penyakit,

---

<sup>1</sup> Alamat penulis untuk korespondensi: Penta Suryaminarsih. Email: penta\_s@upnjatim.ac.id

## PENDAHULUAN

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah komoditas tanaman yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia sebagai bumbu masakan. Terdapat beberapa wilayah di Indonesia yang menjadi sentra produksi bawang merah yaitu Cirebon, Brebes, Tegal, Nganjuk dan Yogyakarta. Nilai produksi bawang merah di Indonesia tergolong masih rendah dengan rata-rata produksi 9,24 ton/ha sedangkan Indonesia memiliki potensi produksi bawang merah lebih dari 20 ton/ha (Kementerian Pertanian, 2014). Rendahnya produktivitas bawang merah dapat disebabkan salah satunya oleh serangan jamur patogen *Fusarium* sp. penyebab penyakit moler.

Pengendalian penyakit moler yang umum digunakan adalah menggunakan pestisida kimia. Penggunaan pestisida kimia secara berlebihan dan terus menerus dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, degradasi lahan dan mengganggu proses biokimia yang dilakukan oleh mikroorganisme (Yulipriyanto, 2010). Upaya pengendalian secara hayati yang dapat dilakukan untuk mengurangi residu penggunaan pestisida kimia adalah dengan memanfaatkan senyawa metabolit sekunder dimiliki oleh *Streptomyces* sp.

Bakteri *Streptomyces* sp. merupakan sumber potensial baru yang dapat menghasilkan senyawa antibiotik seperti chloramphenicol, tetracycline, streptomycin. Metabolit sekunder *Streptomyces* sp. mengandung asam *p*-hidroksifenilasetat, asam indole-3-karboksilat, asam indole-3-asetat dan macrolatctin (Bahi, 2012). Bakteri *Streptomyces* sp. dapat mendegradasi dinding sel *Fusarium oxysporum* dengan menghasilkan zat antibiotik dan enzim hidrolitik ekstraseluler seperti kitinase dan selulase (Raharini *et al.*, 2012).

Efektifitas penggunaan biopestisida dapat dipengaruhi oleh waktu aplikasi, dosis dan konsentrasi penggunaan. Selain itu, pengaruh

cuaca juga dapat mempengaruhi efektifitas penggunaan biopestisida terhadap penyakit tanaman. Menurut penelitian Prihatiningsih, *et al* (2015) aplikasi *Bacillus* B315 pada umbi kentang yang direndam dapat menunda masa inkubasi selama 7 hari. Selain itu, penggunaan bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang diaplikasikan ke tanaman bawang merah dengan konsentrasi 100 ml/l dan masing-masing tanaman diberikan 20 ml/tanaman dengan interval pengaplikasian 7 hari sekali dapat menghambat munculnya gejala penyakit lebih lama, intensitas penyakit lebih rendah dan meningkatkan produktivitas tanaman bawang merah (Laksono *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan ketiga faktor tersebut dapat mempengaruhi efektifitas penggunaan biopestisida terhadap tanaman termasuk penggunaan metabolit sekunder *Streptomyces* sp. dengan berbagai konsentrasi.

Penelitian ini dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui pengaruh metabolit sekunder *Streptomyces* sp. terhadap penyakit moler bawang merah dengan berbagai penggunaan konsentrasi. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi sumber informasi dalam upaya pengendalian penyakit moler pada bawang merah.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus–Desember 2022 di Laboratorium Kesehatan Tanaman dan *Greenhouse* Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gelas ukur, tabung Erlenmeyer, *shaker*, cetok, lampu Bunsen, jarum ose, botol penyemprot, Higrometer, botol penyemprot. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain suspensi jamur patogen *Fusarium* sp., metabolit sekunder *Streptomyces* sp., benih bawang

merah, media tanam tanah, kompos, *polybag* ukuran 25x25 cm.

Suspensi jamur *Fusarium* sp. diinokulasikan sebanyak 10ml/*polybag* 7 hari sebelum tanam. Setelah 7 hari, dilakukan penanaman bawang merah dengan terlebih dahulu mengaplikasikan 10 ml/*polybag* metabolit sekunder *Streptomyces* sp. pada masing-masing perlakuan, kemudian dilanjutkan dengan penanaman bawang merah. Metabolit sekunder *Streptomyces* sp. diaplikasikan sebanyak 3 kali yaitu bersamaan dengan penanaman, 14 HST dan 28 HST.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu penggunaan konsentrasi metabolit sekunder *Streptomyces* sp. dengan total perlakuan ada lima terdiri dari kontrol, konsentrasi 5% (SK1), konsentrasi 10% (SK2), konsentrasi 15% (SK3) dan konsentrasi 20% (SK 4). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali dan masing-masing ulangan terdiri dari 5 unit tanaman sehingga total tanaman sebanyak 125 tanaman. Parameter yang diamati yaitu masa inkubasi, keparahan penyakit moler, tinggi tanaman bawang merah dan jumlah daun bawang merah. Masa inkubasi (hari) adalah waktu munculnya gejala pertama pada tanaman. Keparahan penyakit (%) dihitung menggunakan rumus (Ambar *et al.*, 2010) sebagai berikut:

$$KP = \frac{\sum(ni \times vi)}{V \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

KP = Keparahan penyakit

Tabel 1. Rata-rata Masa Inkubasi

Perlakuan Metabolit Sekunder <i>Streptomyces</i> sp.	Rata-Rata Masa Inkubasi ...hari setelah tanam (hst)
Kontrol	19,64
Konsentrasi 5%	21,44
Konsentrasi 10%	22,72
Konsentrasi 15%	21,44
Konsentrasi 20%	22,92

ni	= Jumlah tanaman yang terserang
vi	= Kategori kerusakan ke-i
V	= Nilai skor dari kategori serangan tertinggi
N	= Jumlah tanaman yang diamati

Skor yang digunakan dalam menghitung keparahan penyakit moler pada tanaman bawang merah menggunakan skala 0–4 sebagai berikut:

- 0 = Tanaman sehat (tidak ada kelayuan)
- 1 = 0 – 25% daun layu (beberapa daun layu)
- 2 = 26 – 50% daun layu (hampir seluruh daun layu)
- 3 = 51 – 75% daun layu (daun semua layu, tetapi batang segar)
- 4 = 76 – 100% daun layu/tanaman mati

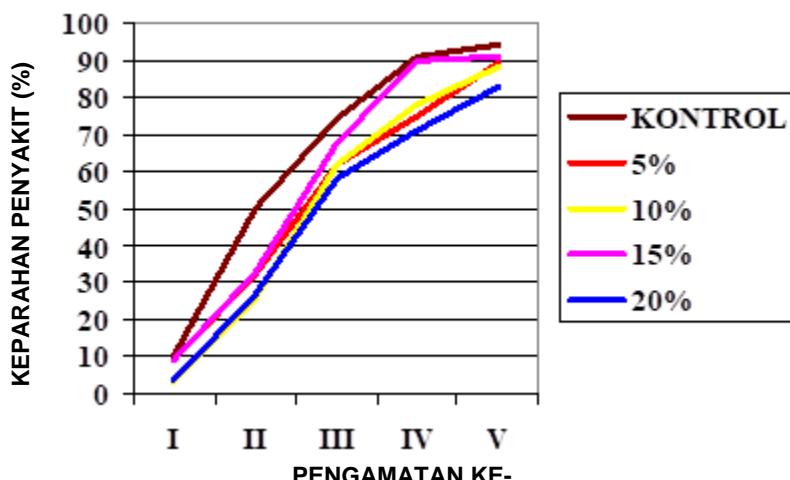
Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari masing-masing perlakuan. Apabila berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada parameter pengamatan masa inkubasi pada tanaman bawang merah yang bergejala penyakit moler menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Rata-rata masa inkubasi disajikan pada Tabel 1. Nilai rata-rata masa inkubasi penyakit yang menyerang bawang merah pada konsentrasi 20% memiliki nilai tertinggi sebesar 22,92 hst dan nilai terendah pada perlakuan kontrol sebesar 19,64 hst.



Gambar 1. Gejala Penyakit Moler; a) Tanaman kerdil; b) Daun Meliuk



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Keparahan Penyakit (%) Tiap Pengamatan

Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 20% metabolit sekunder *Streptomyces* sp. dapat menghambat munculnya gejala penyakit moler lebih lama dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kondisi lingkungan yang mendukung akan mempercepat munculnya gejala penyakit moler pada tanaman. Kecocokan jamur patogen *Fusarium* sp. juga dapat menjadi faktor munculnya gejala penyakit moler lebih awal.

Pemberian metabolit sekunder *Streptomyces* sp. konsentrasi 20% dapat menunda munculnya gejala penyakit moler lebih lama dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal tersebut diduga karena adanya aktivitas

antibiosis antara metabolit sekunder *Streptomyces* sp. terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. Metabolit sekunder *Streptomyces* sp. mengandung senyawa asam p-hidroksifenilasetat, indole-3-karboksilat, asam indole-3-asetat dan macrolactin (Bahi, 2012). Selain itu, bakteri *Streptomyces* sp. juga menghasilkan senyawa antibiotik yang berpotensi menghambat pertumbuhan patogen yaitu *cephamycin*, *chloramphenicol*, *kanamycin*, *tetracycline*, *spectinomycin*, *streptomycin*, *clavulanic acid*, dan *monensin* (Losiani *et al.*, 2017).

Tanaman bawang merah yang mulai muncul gejala penyakit moler ditandai dengan

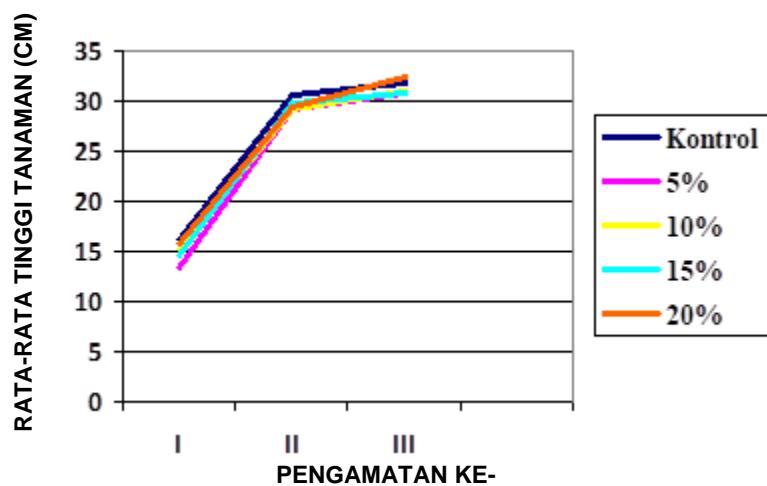
pertumbuhan tanaman yang terhambat (kerdil), terjadi pembusukan umbi bawang merah dan daun meliuk (Gambar 1).

Tanaman bawang merah yang terserang jamur *Fusarium* sp. penyebab penyakit moler pada bawang merah juga mudah tercabut karena terjadi pembusukan pada umbi dan akar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Isniah & Widodo (2015), gejala tanaman bawang merah yang terinfeksi penyakit moler adalah tanaman sangat mudah tercabut karena terjadi pembusukan pada bagian akar tanaman. Gejala lain yang ditimbulkan yaitu daun meliuk, daun berwarna hijau pucat hingga kekuningan dan layu (Prakoso, *et al.*, 2016).

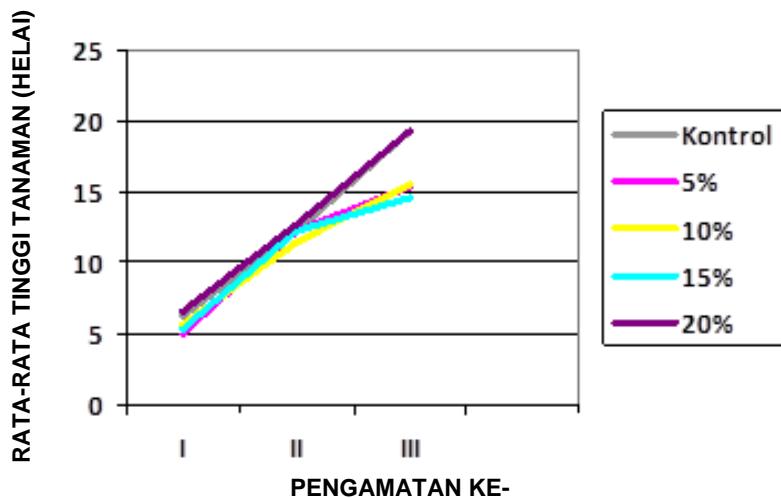
Hasil analisis sidik ragam pada parameter pengamatan keparahan penyakit menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Rata-rata perhitungan keparahan penyakit moler pada bawang merah disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 2). Rata-rata keparahan penyakit menunjukkan bahwa pada seluruh perlakuan tingkat keparahan penyakit moler pada bawang merah lebih dari 50%. Rata-rata persentase

keparahan penyakit tertinggi pada perlakuan kontrol sebesar 94% dan terendah terdapat pada penggunaan konsentrasi metabolit sekunder 20% sebesar 83%. Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata persentase keparahan penyakit moler pada bawang merah masih tergolong tinggi hampir mendekati 100%. Namun, dari semua perlakuan aplikasi metabolit sekunder, konsentrasi 20% menunjukkan hasil terendah dibandingkan perlakuan yang lain meskipun persentase keparahan penyakit tergolong masih tinggi. Hal ini diduga karena adanya inokulum yang tinggi di dalam tanah mengingat pengaplikasian *Fusarium* sp. pada penelitian ini ditularkan ke tanah 1 minggu sebelum tanam.

Hasil analisis sidik ragam pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman bawang merah dengan masing-masing perlakuan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Hasil rata-rata tinggi tanaman dan jumlah daun disajikan pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Tinggi Tanaman Bawang Merah Tiap Pengamatan



Gambar 4. Grafik Rata–Rata Jumlah Daun Tanaman Bawang Merah Tiap Pengamatan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun mengalami peningkatan dari pengamatan pertama hingga ketiga. Pada parameter tinggi tanaman, semua perlakuan mengalami peningkatan. Namun, pada perlakuan konsentrasi 20% menunjukkan hasil terbaik dengan rata–rata tinggi tanaman pada pengamatan ke–3 sebesar 32,32 cm. Pada parameter jumlah daun perlakuan konsentrasi 20% menunjukkan hasil terbaik dengan rata–rata jumlah daun sebesar 19,32 helai pada pengamatan ke–3.

Hasil pengamatan terhadap parameter tinggi tanaman dan jumlah daun bawang merah mengalami penurunan pada pengamatan keempat hingga keenam. Hal ini terjadi karena terdapat tanaman yang mati pada pengamatan ke–4 hingga ke–6. Kematian pada tanaman bawang merah disebabkan oleh serangan jamur *Fusarium* sp. yang tinggi dan didukung dengan faktor lingkungan yang dapat mempercepat penyebaran *Fusarium* sp. Namun, pada pengamatan ke–6 menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi metabolit sekunder *Streptomyces* sp. konsentrasi 20% memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan perlakuan

yang lain. Hal ini diduga metabolit sekunder *Streptomyces* sp. menghasilkan senyawa *Indole-3-acetid acid* (IAA) sebagai pemacu pertumbuhan tanaman sesuai dengan pernyataan Indrawan et al. (2021), *Streptomyces* sp. menghasilkan hormon IAA untuk memicu pertumbuhan akar dan siderofor untuk memicu penyerapan nutrisi di dalam tanah.

Penggunaan konsentrasi metabolit sekunder *Streptomyces* sp. pada semua parameter menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dan belum efektif dalam mengendalikan penyakit moler bawang merah maupun dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini diduga selain karena faktor lingkungan juga dapat dipengaruhi oleh waktu aplikasi metabolit sekunder dengan interval 14 hari sekali dan dosis penggunaan metabolit sekunder *Streptomyces* sp. 10 ml/tanaman sedangkan peningkatan keparahan penyakit moler terus meningkat. Apabila dibandingkan dengan penggunaan agensi hayati lain dengan interval pemberian agensi hayati lebih pendek dan dosis penggunaan pada masing–masing tanaman lebih besar memberikan hasil lebih baik dalam mengendalikan penyakit pada tanaman.

Berdasarkan penelitian Laksono et al. (2021) pengaplikasian agensi hayati *Pseudomonas fluorescens* yang diaplikasikan 7 hari sekali dengan konsentrasi 100ml/l dan diberikan sebanyak 20 ml/tanaman untuk mengendalikan penyakit bercak ungu pada bawang merah mampu memperlambat periode inkubasi hingga 30 HST dan menekan intensitas serangan penyakit secara signifikan sebesar 11,42%. Apabila dibandingkan dengan penggunaan metabolit sekunder *Streptomyces* sp. yang diaplikasikan dengan interval waktu 14 hari sekali sebanyak 10ml/tanaman belum mampu menghambat penyakit moler pada bawang merah. Hal ini yang menyebabkan keparahan penyakit pada semua perlakuan masih tergolong tinggi dan agresifnya patogen ke tanaman bawang merah juga mempengaruhi tingginya keparahan penyakit sedangkan penghambatan pertumbuhan patogen oleh metabolit sekunder *Streptomyces* sp. masih rendah.

Keparahan penyakit yang tergolong tinggi juga mempengaruhi perkembangan vegetatif tanaman bawang merah karena patogen menyebabkan pembusukan pada bagian umbi sehingga penyerapan unsur hara dan penyebaran hasil fotosintesis menjadi terganggu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hadiwiyono, et al. (2020), bahwa serangan *Fusarium oxysporum* dapat mengganggu pembentukan umbi hingga menyebabkan pembusukan pada bagian umbi dan bagian lain tanaman bawang merah. Serangan patogen yang cepat dapat menginfeksi jaringan tanaman sehingga tanaman menjadi kerdil dan mengganggu proses fotosintesis pada tanaman (Deden & Umijati, 2017). Tingginya keparahan penyakit yang disebabkan oleh agresifnya patogen ke tanaman bawang merah juga didukung dengan kondisi cuaca yang lembab, intensitas hujan tinggi, dan suhu rendah sehingga patogen mudah tumbuh dan berkembang. Berdasarkan hasil pengamatan

suhu dan kelembapan menunjukkan bahwa rata-rata suhu sebesar 27°C dan kelembapan hingga 87%. Intensitas curah hujan dari Oktober hingga Desember terus mengalami peningkatan. Pada bulan Oktober sebesar 45,5 mm, November sebesar 112,3 dan 175 mm pada bulan Desember. Menurut Gunadi (1997), kerusakan tanaman yang ditimbulkan oleh penyakit layu fusarium akan meningkat apabila suhu kurang dari 27°C dan kelembapan lebih dari 80%.

## KESIMPULAN

1. Perlakuan aplikasi metabolit sekunder *Streptomyces* sp. terhadap penyakit moler pada bawang merah tidak berpengaruh nyata terhadap masa inkubasi, keparahan penyakit, tinggi tanaman dan jumlah daun bawang merah. Namun, perlakuan konsentrasi 20% memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu masa inkubasi 22,92 HST, keparahan penyakit 83%, tinggi tanaman 11,72 cm dan jumlah daun 10,56 helai daun. Tingginya keparahan penyakit diduga dipengaruhi oleh pemberian metabolit sekunder *Streptomyces* sp. pada masing-masing tanaman sebesar 10ml per tanaman dengan interval waktu 14 hari sekali belum dapat menekan penyakit moler pada bawang merah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu berjalannya proses penelitian ini dari awal hingga akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambar, A.A., A. Priyatmojo, B. Hadisutrisno, & N. Pusposendjojo. 2010. Virulensi 9 Isolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan

- Perkembangan Gejala Layu Fusarium Pada Dua Varietas Tomat di Rumah Kaca. *Agrin.* 14 (2): 89–96.
- Bahi, M. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Bakteri Laut *Streptomyces* sp. *Depik: Jurnal Ilmu Perairan, Pesisir, dan Perikanan.* 1 (3): 161–164. <https://doi.org/10.13170/depik.1.3.105>.
- Deden & U. Umiyati. 2017. Pengaruh Inokulasi *Trichoderma* sp. dan Varietas Bawang Merah terhadap Penyakit Moler dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Kultivasi.* 16 (2): 340–348. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i2.12213>.
- Gunadi, Rahmad. 1997. Pengaruh Iklim Terhadap Perkembangan Penyakit Layu Fusarium pada Cabai di Beberapa Topoklimat di Yogyakarta. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia.* 3 (2): 93–99.
- Hadiwiyono, K. Sari, & S.H. Poromarto. 2020. Yields Losses Caused by Basal Plate Rot (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*) in Some Shallot Varieties. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture.* 35 (2): 250–257.
- Indrawan, A.D., P. Suryaminarsih, & T. Mujoko. 2021. Prospek Pemanfaatan Mikroorganisme *Streptomyces* sp. dan *Trichoderma* sp. dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Era Pertanian Modern. *Sains dan Teknologi Pertanian Modern.* 2021: 33–38. <http://dx.doi.org/10.11594/nstp.2021.1506>.
- Isniah, U.S. & Widodo. 2015. Eksplorasi Fusarium Nonpatogen untuk Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal pada Bawang Merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia.* 11 (1): 14–22. <https://doi.org/10.14692/jfi.11.1.14>.
- Kementerian Pertanian. 2014. *Laporan Kinerja Perdagangan Komoditas Pertanian.* KEMENTERAN Press. Jakarta.
- Laksono, A., J.G. Sunaryono, & R. Despita. 2021. Uji Antagonis *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Bercak Ungu Pada Tanaman Bawang Merah. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi.* 14 (1): 35–40.
- Losiani, N.K., R. Kawuri, & A.A.K. Darmadi. 2017. Aktivitas Antimikroba Filtrat *Streptomyces* sp. KCM2 terhadap Multidrag Resistant *Aconobacter baumannii* Secara In Vitro. *Jurnal Biologi Udayana.* 21 (1): 21–25.
- Prakoso, E.B., S. Wiyatiningsih, & H. Nirwanto. 2016. Uji Ketahanan Berbagai Kultivar Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) terhadap Infeksi Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*). *Plumula.* 5 (1): 10–20.
- Prihatiningsih, N., T. Arwiyanto, B. Hadisutrisno, & J. Widada. 2015. Mekanisme Antibiosis *Bacillus Subtilis* B315 untuk Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Kentang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika.* 15 (1). 64–71. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11564-71>.
- Raharini, Aninda Oktavia; Retno Kawuri; Khamdan Khalimi. Penggunaan *Streptomyces* sp. Sebagai Biokontrol Penyakit Layu Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) yang Disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*. *AGROTROP,* 2(2): 151–159.
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaanya.* Graha Ilmu. Yogyakarta.