

EFEKTIVITAS *Rhodopseudomonas palustris* UNTUK MENGENDALIKAN BERCAK DAUN (*Alternaria porri*) PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)

EFFECTIVENESS OF *Rhodopseudomonas palustris* TO CONTROL LEAF SPOT (*Alternaria porri*) ON SHALLOT (*Allium ascalonicum* L.)

Deden*, Wijaya

Fakultas Pertanian, Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon
Jl. Pemuda Raya No.32, Sunyaragi, Kec. Kesambi, Kota Cirebon, Jawa Barat 45132

Corresponding email: deden@ugj.ac.id

ABSTRAK

Kata kunci:
Alternaria porri
Bawang merah
Bercak daun
Rhodopseudomonas palustris

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah komoditas unggulan pertanian Indonesia. Penurunan produksi bawang merah salah satunya karena penyakit bercak daun. Penyakit bercak daun disebabkan oleh jamur *Alternaria porri*. Upaya pengendalian penyakit bercak daun ini masih ditekankan pada penggunaan fungisida, padahal penggunaan fungisida secara terus menerus berdampak negatif bagi lingkungan. Salah satu upaya alternatif ramah lingkungan untuk mengatasi penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah adalah dengan menggunakan agen hayati *R. palustris*. *R. palustris* merupakan mikroorganisme ramah lingkungan yang mengendalikan serangan cendawan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi hasil percobaan pengendalian penyakit bercak daun dengan menggunakan *R. palustris*. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari 5 taraf yaitu, A = *R. palustris* 0,5 mL/L, B = *R. palustris* 1,0 mL/L, C = *R. palustris* 1,5 mL/L, D = *R. palustris* 2,0 mL/L dan E = Kontrol (tanpa perlakuan fungisida). Hasil penelitian menunjukkan bahwa agen hayati *R. palustris* tidak menimbulkan fitotoksisitas bagi pertumbuhan tanaman bawang merah, sehingga bawang merah dapat tumbuh dengan baik. Semua taraf konsentrasi agen hayati *R. palustris* yang diuji mampu menekan intensitas serangan penyakit bercak daun (*Alternaria porri*) dan penyakit lainnya pada tanaman bawang merah. Semakin besar konsentrasi *R. palustris* yang diaplikasikan, menunjukkan intensitas serangan penyakit bercak daun semakin rendah. Hasil tertinggi bobot umbi bawang merah didapatkan dari perlakuan *R. palustris* pada konsentrasi 2 mL/L yaitu 29,30 kg per petak atau setara dengan 11,72 ton per hektar (lahan efektif 80%).

ABSTRACT

Keywords:
Alternaria porri
Leaf spot
Rhodopseudomonas palustris
Shallot

Shallot (*Allium ascalonicum* L.) is Indonesia's leading agricultural commodity. One of the reasons for the decline in shallot production is leaf spot disease. Leaf spot disease is caused by the fungus *Alternaria porri*. Efforts to control this leaf spot disease are still emphasized on the use of fungicides, even though the continuous use of fungicides has a negative impact on the environment. One of the environmentally friendly alternative efforts to overcome purple spot disease on shallots is to use the biological agent *R. palustris*. *R. palustris* is an environmentally friendly microorganism that controls fungal attack. The purpose of this research is to obtain information on the results of leaf spot disease control trials using *R. palustris*. The research method used a randomized block design (RBD) with 5 repetitions. The treatment consisted of 5 levels, namely, A = *R. Palustris* 0.5 mL/L, B = *R. Palustris* 1.0 mL/L, C = *R. Palustris* 1.5 mL/L, D = *R. Palustris* 2.0 mL/L, and E = Control (without fungicide treatment). The results showed that the biological agent *R. palustris* did not cause phytotoxicity for shallot plant growth, so shallots could grow well. All concentration levels of the tested *R. palustris* biological agents were able to suppress the intensity of attack by leaf spot disease (*Alternaria porri*) and other diseases on shallot plants. The greater the concentration of *R. palustris* applied, the lower the intensity of leaf

spot disease attack. The highest yield of shallot bulb weight was obtained from the *R. palustris* treatment at a concentration of 2 mL/L, namely 29.30 kg per plot or the equivalent of 11.72 tonnes per hectare (80% effective land).

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas unggulan petani Indonesia. Bawang merah sangat dibutuhkan oleh rumah tangga di dalam negeri. Produksi bawang merah di Indonesia pada 2021 mencapai 2,01 juta ton. Konsumsi bawang merah sektor rumah tangga Indonesia tahun 2021 naik 8,33% dibandingkan tahun 2020. Tercatat, konsumsi bawang merah rumah tangga pada 2021 mencapai 790,63 ribu ton. Angka itu meningkat sebesar 60,81 ribu ton jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Konsumsi bawang merah sektor rumah tangga berkontribusi sebesar 94,16% dari total konsumsi bawang besar pada 2021 (BPS, 2021). Adapun konsumsi bawang merah yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat harus memiliki mutu yang baik (ukuran, rasa, aroma, dan berbagai indikator mutu bawang merah lainnya).

Banyak faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas dan mutu bawang merah di antaranya luas panen, cuaca (Nasrudin & Elizani, 2019), teknik budidaya yang kurang tepat, pemupukan, varietas, dan gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT). Salah satu penyakit utama pada tanaman bawang merah yang sampai saat ini masih menjadi kendala utama petani adalah bercak ungu.

Penyakit bercak ungu tersebut disebabkan oleh jamur *Alternaria porri* Cif. (Ell). Gejala awal dimulai pada daun tua berupa bercak berwarna putih yang kemudian akan meluas, menghasilkan cekungan berwarna keunguan, biasanya berbentuk elips dengan tepi berwarna kuning pucat hingga kecoklatan. Serangan jamur menyebabkan ujung daun mengering sehingga daun patah (Kementerian Pertanian, 2019). Permukaan bercak pada akhirnya akan berwarna kehitaman. Serangan dapat berlanjut ke umbi yang akan menyebabkan umbi membusuk, berwarna kuning kemudian merah kecoklatan. Pembusukan umbi dimulai dari bagian leher kemudian jaringan umbi yang terinfeksi akan mengering dan berwarna lebih gelap. Infeksi tanaman terjadi pada saat pembentukan umbi, jika keadaan lingkungan mendukung (seperti ketika musim hujan), jamur dapat menginfeksi tanaman muda. Infeksi pada tanaman muda menyebabkan kegagalan pembentukan umbi sehingga hasil panen tidak dapat diharapkan. Umbi yang terinfeksi jika digunakan sebagai benih dapat menjadi sumber infeksi pada pertanaman berikutnya.

Bercak ungu merupakan penyakit yang daya serangnya cepat dan sulit dikendalikan bila sudah menyerang tanaman bawang merah. Upaya

pengendalian penyakit bercak ungu saat ini masih ditekankan pada penggunaan fungisida kimia, sayangnya pengendalian cara ini hanya berhasil baik apabila aplikasi dilakukan dengan frekuensi tinggi (Santoso *et al.*, 2007). Pengendalian penyakit tanaman secara kimiawi sering diaplikasikan karena lebih praktis dan cepat menunjukkan hasil, akan tetapi penggunaan fungisida kimia secara terus-menerus berdampak negatif baik bagi lingkungan maupun tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006). Agen hayati *R. palustris* adalah salah satu alternatif yang relatif aman bagi lingkungan.

Salah satu upaya alternatif ramah lingkungan untuk mengatasi penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah adalah dengan menggunakan agen hayati *R. palustris* sebagai organisme organisme metabolik dengan kebutuhan zat besi yang tinggi yang mampu tumbuh dalam kondisi aerobik dan anaerobik (Baars *et al.*, 2018). Kondisi lingkungan yang saat ini terus mengalami degradasi membuat populasi *R. palustris* menjadi menurun secara alamiah. Bakteri *R. palustris* mengubah energi cahaya (matahari) menjadi energi seluler dan mengabsorpsi karbon dioksida (CO₂) yang terlarut dalam medium kemudian mengubahnya menjadi biomassa. Jenis mikroba *Pseudomonas* seperti *R. palustris* merupakan mikroorganisme yang ramah lingkungan dan sudah terbukti ampuh dalam mengendalikan dan mengurangi intensitas

serangan cendawan *Alternaria porri* pada tanaman bawang merah (Soesanto, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi *Pseudomonas fluorescens* 100 mL/L mampu mengendalikan penyakit bercak ungu dengan intensitas serangan sebesar 22,47%, selain itu *Pseudomonas fluorescens* mampu memperpanjang periode inkubasi penyakit dan menghasilkan bobot basah umbi yang berbeda nyata dibandingkan dengan control (Laksono *et al.*, 2021). Namun hingga sampai saat ini belum banyak informasi yang menerangkan mengenai konsentrasi penggunaan *R. palustris* yang tepat untuk pengendalian bercak daun pada tanaman bawang merah. Tujuan penelitian untuk mendapatkan informasi tentang pengendalian penyakit bercak daun dengan pemanfaatan *R. palustris*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Playangan, Kecamatan Gebang, Kabupaten Cirebon (titik koordinat 6.8215239"E, 108.7590551"S). Lokasi penelitian merupakan daerah sentra budidaya tanaman bawang merah dan merupakan daerah endemik penyakit bercak ungu tanaman bawang merah. Bahan penelitian antara lain *R. palustris* (PSB-S: 2×10^8 cfu/mL) yang diperoleh dari Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia. Varietas bawang yang digunakan adalah bawang varietas Bima

yang merupakan varietas paling banyak dibudidayakan oleh petani di sekitar lokasi percobaan dan telah diketahui rentan terhadap bercak ungu (*A. porri*) berdasarkan pengalaman petani. Pemupukan dilakukan menggunakan 4 kg petak⁻¹ kompos, 500 g petak⁻¹ NPK (Kementerian Pertanian, 2019). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK), dengan perlakuan 5 konsentrasi *R. palustris* diantaranya A (*R. palustris* 0,5 mL/L), B (*R. palustris* 1,0 mL/L), C (*R. palustris* 1,5 mL/L), D (*R. palustris* 2,0 mL/L) E (Kontrol/tanpa fungisida). Perlakuan diulang 5 kali. Petak perlakuan merupakan populasi sekitar 250 tanaman bawang yang ditanam dengan jarak tanam 15 cm x 20 cm dalam petak berukuran sekitar 1,5 m x 5,0 m.

Aplikasi Herbisida

Alat aplikasi yang digunakan adalah alat semprot gendong dengan tekanan tinggi, *R. palustris* yang diuji diaplikasikan pada permukaan tajuk tanaman secara merata pada pagi hari. Aplikasi *R. palustris* menggunakan ajuvan perekat triple. Aplikasi pertama dilakukan apabila gejala serangan telah mencapai ambang pengendalian. Aplikasi *R. palustris* dilakukan seminggu sekali (Kementerian Pertanian, 2019). Aplikasi *R. palustris* maksimal dilakukan 6 (enam) kali. Aplikasi dihentikan 2 minggu sebelum panen.

Pengamatan

1. Intensitas serangan penyakit bercak daun dan penyakit bukan sasaran

Jumlah tanaman contoh yang diamati setiap petak percobaan adalah 15 rumpun tanaman. Rumpun contoh ditentukan secara sistematis, yaitu rumpun-rumpun perpotongan antara baris ke 4, 12, 20, 28, 36 dengan lajur ke 2, 4, dan 6. Pengamatan dilakukan satu hari sebelum setiap aplikasi dan enam hari setelah aplikasi terakhir. Pada setiap tanaman contoh diamati semua daun dan setiap rumpun daun yang diamati diberikan skala serangan. Skala serangan (*v*) ditentukan sebagai berikut: 0 = Tidak ada serangan, 1 = Luas daun dalam satu rumpun terserang 1 – 20%, 2 = Luas daun dalam satu rumpun terserang 21 – 40%, 3 = Luas daun dalam satu rumpun terserang 41 – 60%, 4 = Luas daun dalam satu rumpun terserang 61 – 80% dan 5 = Luas daun dalam satu rumpun terserang 81 – 100%. Tingkat kerusakan tanaman bawang oleh penyakit bercak ungu ditentukan dengan rumus $I = \{(\sum nv)/(VN)\} \times 100\%$ (Kementerian Pertanian, 2018). Dimana *I* = tingkat kerusakan tanaman (intensitas serangan), *n* = jumlah tanaman dalam tiap kategori serangan, *v* = nilai skala tiap kategori serangan, *V* = nilai skala dari kategori serangan tertinggi dan *N* = jumlah tanaman contoh yang diamati.

2. Fitotoksisitas

Tingkat keracunan dinilai secara visual terhadap populasi tanaman dalam petak ubinan, diamati pada 1, 2 dan 3 minggu setelah aplikasi (MSA). Skoring keracunan sebagai berikut : 0= Tidak ada keracunan, 0 – 5% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal, 1= Keracunan ringan, > 5 – 20% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal, 2= Keracunan sedang, > 20 – 50% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal, 3= Keracunan berat, > 50 – 75% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal dan 4= Keracunan sangat berat, > 75% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal sampai tanaman mati (Kementerian Pertanian, 2018).

3. Hasil tanaman bawang merah

Hasil tanaman bawang merah merupakan bobot kering umbi bawang merah yang sudah bersih dan kering dijemur 3 hari dari tiap petak percobaan, ditimbang dengan satuan kilogram.

4. Pengolahan data

Pengolahan data tingkat kerusakan tanaman oleh patogen sasaran pada petak-petak percobaan yang diberi perlakuan *R. palustris* uji dan serta kontrol dilakukan sesuai dengan rancangan percobaan yang digunakan. Demikian juga data produksi tanaman tiap petak percobaan dianalisa

sesuai dengan rancangan percobaan yang digunakan. Tingkat perbedaan dinyatakan pada taraf 5 %.

5. Kriteria efikasi

Konsentrasi *R. palustris* yang diuji dikatakan efektif bila tingkat efikasi (TE) lebih dari atau sama dengan 50 %. TE konsentrasi *R. palustris* uji dihitung dari hasil pengamatan terakhir dengan menggunakan rumus: $TE = (ISK - ISP) / (ISK) - 1 \times 100\%$, dimana TE = tingkat efikasi, ISK = intensitas serangan penyakit pada kontrol/tanpa fungisida dan ISP = intensitas serangan penyakit pada perlakuan fungisida.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Fitotoksitas (%)

Pengamatan fitotoksitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh bahan aktif *R. palustris* yang diuji apakah meracuni tanaman utama atau mempengaruhi pertumbuhan tanaman utama. Hasil pengamatan fitotoksitas dari perlakuan *R. palustris* pada tanaman bawang merah dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Berdasarkan Tabel 1, agen hayati *R. palustris* tidak menimbulkan gejala keracunan bagi tanaman bawang merah pada semua umur pengamatan. Agen hayati ini hanya mengendalikan penyakit pada tanaman bawang merah, khususnya penyakit bercak daun tanpa menimbulkan efek yang merugikan terhadap tanaman bawang merah.

Tabel 1. Fitotoksitas akibat perlakuan *R. palustris* untuk mengendalikan penyakit bercak daun (*Alternaria porri*) pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

Kode	Perlakuan	Pengamatan setelah aplikasi (%)									
		I		II		III		IV		V	
M050	(<i>R. palustris</i> 0,5 mL/L)	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
M100	(<i>R. palustris</i> 1,0 mL/L)	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
M150	(<i>R. palustris</i> 1,5 mL/L)	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
M200	(<i>R. palustris</i> 2,0 mL/L)	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
K000	(Kontrol / tanpa fungisida)	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

2. Intensitas serangan bercak daun (%)

Data hasil analisis pada **Tabel 2** bahwa perlakuan agen hayati *R. palustris* pada semua taraf dosis menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan kontrol pada semua umur pengamatan. Perlakuan pengendalian dengan menggunakan agen hayati *R. palustris* menunjukkan tingkat serangan bercak daun

yang lebih rendah dibandingkan kontrol. Pada taraf dosis agen hayati *R. palustris* yang semakin tinggi, tingkat serangan semakin rendah. Hal ini membuktikan bahwa agen hayati *R. palustris* mampu mengendalikan penyakit bercak daun (*Alternaria porri*) pada tanaman bawang merah, sehingga dapat digunakan sebagai pengendalian yang ramah lingkungan.

Tabel 2. Intensitas serangan penyakit bercak daun (*Alternaria porri*) akibat perlakuan agen hayati *R. palustris* pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

Kode	Perlakuan	Pengamatan setelah aplikasi (%)									
		I		II		III		IV		V	
M050	(<i>R. palustris</i> 0,5 mL/L)	0,10	a	0,14	a	0,10	a	0,10	a	0,10	a
M100	(<i>R. palustris</i> 1,0 mL/L)	0,10	a	0,09	a	0,08	a	0,11	a	0,09	a
M150	(<i>R. palustris</i> 1,5 mL/L)	0,11	a	0,08	a	0,09	a	0,10	a	0,10	a
M200	(<i>R. palustris</i> 2,0 mL/L)	0,08	a	0,07	a	0,03	a	0,08	a	0,07	a
K000	(Kontrol / tanpa fungisida)	0,32	b	0,40	b	0,29	b	0,29	b	0,16	b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

3. Penyakit lain (%)

Hasil analisis statistik pengaruh *R. palustris* terhadap penyakit lain selain

penyakit bercak daun bawang merah dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Intensitas serangan penyakit lain akibat perlakuan agen hayati *R. palustris* pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

Kode	Perlakuan	Pengamatan setelah aplikasi (%)									
		I		II		III		IV		V	
M050	(<i>R. palustris</i> 0,5 mL/L)	0,25	a	0,24	a	0,26	a	0,25	a	0,23	a
M100	(<i>R. palustris</i> 1,0 mL/L)	0,20	a	0,28	a	0,27	a	0,17	a	0,21	a
M150	(<i>R. palustris</i> 1,5 mL/L)	0,16	a	0,19	a	0,24	a	0,18	a	0,18	a
M200	(<i>R. palustris</i> 2,0 mL/L)	0,17	a	0,26	a	0,10	a	0,16	a	0,15	a
K000	(Kontrol / tanpa fungisida)	0,59	b	0,53	b	0,38	b	0,35	b	0,34	b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan data analisis hasil pengamatan, terlihat bahwa perlakuan agen hayati *R. palustris* selain peran utamanya mengendalikan penyakit bercak daun, ternyata juga mampu mengendalikan penyakit tanaman bawang merah lainnya (*Alternaria porri*). Semua perlakuan agen hayati *R. palustris* pada semua taraf dosis menunjukkan adanya

perbedaan yang nyata dengan perlakuan kontrol.

4. Hasil bobot umbi kering per petak (kg)

Hasil analisis statistik pada **Tabel 4** menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada semua konsentrasi perlakuan agen hayati *R. palustris* jika dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 4. Efektifitas agen hayati *R. palustris* terhadap hasil bobot umbi kering tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

Kode	Perlakuan	Bobot Umbi Kering per Petak (Kg)	
M050	(<i>R. palustris</i> 0,5 mL/L)	26,80	b
M100	(<i>R. palustris</i> 1,0 mL/L)	27,50	b
M150	(<i>R. palustris</i> 1,5 mL/L)	26,47	b
M200	(<i>R. palustris</i> 2,0 mL/L)	29,30	b
K000	(Kontrol / tanpa fungisida)	25,01	a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pada semua taraf konsentrasi perlakuan menghasilkan bobot umbi yang lebih tinggi jika dibandingkan perlakuan kontrol. Hal tersebut mengindikasikan bahwa agen hayati *R. palustris* mampu menekan serangan patogen bercak daun (*Alternaria porri*) dan penyakit lainnya, sehingga tanaman bawang dapat tumbuh dengan normal dan akhirnya berpengaruh terhadap hasil bobot umbi. Semakin tinggi konsentrasi *R. palustris* menghasilkan bobot umbi yang semakin meningkat. Hasil tertinggi bobot umbi bawang merah didapatkan dari perlakuan *R. palustris* pada konsentrasi 2 mL/L yaitu 29,30 kg/petak atau setara dengan 11,72 ton/ha (lahan efektif 80%). Hasil tersebut tentunya berbeda dengan hasil kontrol yang hanya menghasilkan 25,01 per petak atau setara 10,00 ton/ha (lahan efektif

80%). Sehingga bila dibandingkan dengan kontrol terdapat perbedaan hasil sebesar 1,72 ton/ha pada perlakuan *R. palustris*.

Rendahnya penyakit bercak daun akan mempengaruhi terhadap distribusi asimilat pada tanaman bawang merah. Sebagaimana dinyatakan oleh Nasrudin & Kurniasih (2021) bahwa adanya kendala lingkungan biotik maupun abiotik menyebabkan pembagian asimilat menjadi terhambat. Adapun pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa agen hayati *R. palustris* efektif menyebabkan rendahnya penyakit bercak daun pada tanaman bawang merah. Pada kondisi tersebut, pembagian asimilat mampu didistribusikan secara merata untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

KESIMPULAN

Aplikasi *R. palustris* tidak menimbulkan fitotoksisitas bagi pertumbuhan tanaman bawang merah, sehingga bawang merah dapat tumbuh dengan baik. Semua taraf konsentrasi *R. palustris* yang diuji mampu menekan intensitas serangan penyakit bercak daun (*Alternaria porri*) dan penyakit lainnya pada tanaman bawang merah. Semakin besar konsentrasi *R. palustris* yang diaplikasikan, menunjukkan intensitas serangan penyakit bercak daun semakin rendah. Agen hayati *R. palustris* mampu menekan serangan penyakit bercak daun (*Alternaria porri*) dan penyakit lainnya, sehingga tanaman bawang dapat tumbuh dengan normal dan akhirnya berpengaruh terhadap hasil bobot umbi. Hasil tertinggi bobot umbi bawang merah didapatkan dari perlakuan *R. palustris* pada konsentrasi 2 mL/L yaitu 29,30 kg/petak atau setara dengan 11,72 ton/ha (lahan efektif 80%).

DAFTAR PUSTAKA

- Baars, O., Morel, F. M. M., & Zhang, Z. (2018). The purple non-sulfur bacterium *Rhodopseudomonas palustris* produces novel petrobactin-related siderophores under aerobic and anaerobic conditions. *Environmental Microbiol*, 20(5), 1667-1676. Retrieved from: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14078>.
- BPS. (2021). *Pemupukan bawang merah*. Retrieved from: http://cybex.pertanian.go.id/mobil_e/artikel/85200/PEMUPUKAN-BAWANG-MERAH/. Diakses pada 15 Maret 2021.
- Kementerian Pertanian. (2018). *Petunjuk teknis pengamatan dan pelaporan organisme pengganggu tumbuhan dan dampak perubahan iklim (OPT-DPI)*. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan.
- Kementerian Pertanian. (2019). *Penyakit trotol atau bercak ungu tanaman bawang merah*. Retrieved from: http://cybex.pertanian.go.id/mobil_e/artikel/81520/Penyakit-Trotol-Atau-Bercak-Ungu-Tanaman-Bawang-Merah/. Diakses pada 15 Maret 2023.
- Kementerian Pertanian. (2019). *Cara penggunaan pestisida*. Retrieved from: http://cybex.pertanian.go.id/mobil_e/artikel/81365/CARA-PENGUNAAN-PESTISIDA/. Diakses pada 15 Maret 2023.
- Laksono, A., Sunaryono, J. J., & Despita, R. (2021). Uji antagonis *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 14(1), 35-40. Retrieved from: <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v14i1.8327>.
- Nasrudin, N., & Kurniasih, B. (2021). The agro-physiological characteristics of three rice varieties affected by water depth in the coastal agricultural land of Yogyakarta, Indonesia. *BIODIVERSITAS*, 22(9), 3656-3662. Retrieved from: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220907>.
- Nasrudin, N., & Elizani, P. (2019). Pengaruh simulasi La Nina terhadap mutu bawang merah selama penyimpanan suhu ruang. *AGROSCRIPT Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(2), 62-69. Retrieved from: <https://doi.org/10.36423/agroscrip.v1i2.193>.
- Rahayu, E., & Berlian, N. (2004). *Bawang merah*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.

- Santoso, S. E., Soesanto, L., & Haryanto, T. A. D. (2007). Penekanan hayati penyakit moler pada bawang merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 7(1), 53-61. Retrieved from:
<https://www.neliti.com/id/publications/80575/penekanan-hayati-penyakit-moler-pada-bawang-merah-dengan-trichoderma-harzianum-t>.
- Simanungkalit. (2006). *Pupuk organik dan pupuk hayati*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., Rahayuniati, R. F., & Manan, A. (2011). Uji lapangan formula cair *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap layu *Fusarium* pada tanaman tomat. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 17(2), 82-90. Retrieved from:
<https://doi.org/10.22146/jpti.9830>.
- Sumarni, N., & Hidayat, A. (2005). *Panduan teknis PTT bawang merah*. Retrieved from Balai Penelitian Sayuran IPB:
<http://balitsa.litbang.pertanian.go.id>. Diakses pada 22 oktober 2022