

PENGARUH APLIKASI PUPUK HAYATI TERHADAP INTENSITAS SERANGAN PATOGEN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)

Sicilia Niken Dwi Saputri¹, Supriyadi², Retno Wijayanti², Retna Bandriyati Arniputri³, Bot Pranadi⁴

¹Mahasiswa Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

²Dosen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

³Dosen Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

⁴Penyuluh Pertanian, Dinas Pertanian, Kabupaten Wonogiri, 57681, Indonesia

*Alamat email penulis koresponden: sicilianiken@student.uns.ac.id

Abstrak

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura penting di Indonesia. Penyebab terjadinya penurunan produktivitas bahkan gagal panen disebabkan oleh adanya serangan patogen penyakit. Upaya yang dilakukan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit yakni melalui induksi ketahanan sistematis yang dipicu dengan penggunaan pupuk hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk hayati terhadap ketahanan tanaman akan serangan patogen dan hasil bawang merah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus tahun 2024 di lahan sawah di Desa Gemawang, Kecamatan Ngadirojo, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Hasil penelitian menunjukkan pada budidaya bawang merah terdapat 2 penyakit utama yakni penyakit bercak ungu (*Alternaria* sp.) dan penyakit moler (*Fusarium* sp.). Insidensi penyakit bercak ungu cenderung tinggi pada semua perlakuan hingga memiliki persentase 100%, sedangkan penyakit moler memiliki insidensi penyakit yang rendah. Intensitas penyakit bercak ungu cenderung tinggi pada semua perlakuan, dengan perlakuan pupuk JLF yang memiliki tingkat rata-rata intensitas tertinggi dibanding perlakuan pupuk lainnya yakni 28,58%, hasil AUDPC sebesar 1390,55 unit/hari, dan persentase penghambatan -1,01%. Sedangkan intensitas penyakit moler cenderung rendah, dengan perlakuan kontrol memiliki intensitas tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain dengan rata-rata 1,43%, dengan AUDPC sebesar 80,09 unit/hari.

Kata Kunci: Bercak ungu, insidensi, intensitas, moler, pupuk hayati.

1. PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura dalam komoditas sayuran yang memiliki umbi lapis, berakar serabut, dan daun berbentuk silinder berongga. Nilai ekonomi yang tinggi pada bawang merah, membuat tanaman ini menjadi pilihan petani untuk dibudidayakan. Permintaan pasar yang terus meningkat harus diikuti dengan hasil produktivitas bawang merah yang juga tinggi untuk memenuhinya. Namun, kendala yang dihadapi yakni peningkatan kebutuhan yang terus naik tapi tidak diimbangi dengan hasil produktivitas yang stabil.

Penurunan produktivitas bahkan gagal panen disebabkan oleh serangan patogen penyakit. Tanaman dikatakan sehat dan normal jika tanaman dapat melaksanakan fungsi fisiologis sesuai potensi genetik yang dimiliki, sedangkan tanaman sakit tidak dapat menjalankan fungsi tersebut dengan baik (Djamaluddin et al. 2022). Serangan patogen penyakit merupakan kendala utama hingga sekarang karena pengendalian dan penekanan penyebaran patogen yang sulit dan belum efektif. Penyakit yang umum ditemukan pada budidaya bawang merah yakni penyakit bercak ungu yang

disebabkan oleh patogen *Alternaria* sp. Selain itu, terdapat penyakit moler yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium* sp. (Sari dan Inayah, 2020).

Serangan patogen *Alternaria* sp. merupakan cendawan penyebab penyakit bercak ungu bawang merah mulai terjadi pada fase generatif atau pada saat pembentukan umbi, penyebaran dapat terjadi oleh media angin atau udara. *Alternaria* sp. menyerang pada bagian daun tanaman, dalam kondisi tertentu dapat menyerang pada bagian batang maupun umbi bawang merah (Ruswandari et al. 2020). Gejala berupa nekrosis ditandai matinya jaringan atau sel tanaman. Patogen cendawan *Fusarium* sp. penyebab penyakit moler pada bawang merah mulai pada umur tanaman sekitar 35-45 hari setelah tanam, namun jika bibit bawang merah sudah terinfeksi gejala dapat terlihat mulai dari umur 5-10 hari setelah tanam. Jamur ini memiliki sebaran inang yang sangat luas sehingga keberadaannya sangat banyak. Sasaran serangan adalah dasar dari umbi lapis. Ditandai dengan layu dini pada siang hari dan akan mengalami pemulihan pada malam hari, dengan daun yang terus memanjang tapi terpuntir (Poromarto et al. 2021).

Upaya pengendalian yang umum digunakan petani yakni dengan penyemprotan pestisida dan penggunaan pupuk kimia dosis tinggi untuk merangsang ketahanan tanaman. Namun, penggunaan pestisida kimia secara intensif kedepannya akan menyebabkan resistensi, ketidak seimbangan nutrisi, kerusakan lingkungan tumbuh sehingga tanaman rentan terserang patogen, penggunaan pestisida dan pupuk kimia berlebih akan berdampak negatif terhadap lingkungan, dan meninggalkan residu yang dapat mengganggu kesehatan. Upaya dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit yakni melalui induksi ketahanan sistematis yang dipicu dengan pengaplikasian elisitor dengan melibatkan ekspresi dari gen tertentu. Pupuk hayati sebagai agen kontrol hayati dan biostimulan yang diaplikasikan pada tanaman (Setiaji et al. 2023). Pupuk hayati yang digunakan seperti pupuk *Bacillus* spp., *Nitrobacter*, *Photosynthetic Bacteria*, dan *Jadam liquid fertilizer* dalam bentuk padat maupun cair dapat meningkatkan serapan nutrisi, menghasilkan zat pengatur tumbuh.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lahan sawah yang berlokasi di Desa Gemawang, Kecamatan Ngadirojo, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah (7°52'47.2" LS dan 111°01'24.2" BT). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus tahun 2024.

2.2 Perancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan satu lahan percobaan yang didesain dengan rancangan petak tunggal. Terdapat 6 bedengan dengan tiap satu bedengan berukuran panjang 9 meter dan lebar 1 meter yang terdapat 1 perlakuan pada tiap bedengnya. Sebelum tanam, tanah telah diberi pupuk kandang sebagai pupuk dasar. Tiap perlakuan pupuk hayati akan diaplikasikan dengan cara disemprot pada bawang merah sebanyak 3 kali yakni saat berumur 7, 21, dan 35 HST. Pengamatan dilakukan setiap minggu, pada setiap perlakuan terdapat 30 unit sampel bawang merah yang diamati diambil secara acak dengan pola zig-zag dari setiap bedengan. Adapun perlakuan sebagai berikut:

- Pupuk kimia dan tanpa pupuk hayati (kontrol)
- Pupuk kimia dan pupuk *Bacillus* spp.
- Pupuk kimia dan pupuk *Nitrobacter*
- Pupuk kimia dan pupuk *Jadam Liquid Fertilizer* (JLF)
- Pupuk kimia dan pupuk *Photosynthetic Bacteria* (PSB)
- Pupuk kimia dan kombinasi semua pupuk hayati

2.3 Pengamatan Peubah

Pengamatan yang dilakukan yaitu gejala penyakit insidensi penyakit dan intensitas penyakit dilanjut dengan AUDPC (*Area Under the Disease Progress Curve*) untuk mengukur perkembangan penyakit seiring waktu.

a. Gejala Penyakit

Tanaman bawang merah yang terdapat gejala penyakit dilakukan pengamatan pada bagian kerusakan untuk menentukan perbedaan warna dan bentuk, kemudian dibandingkan dengan tanaman sehat.

b. Insidensi Penyakit

Pengamatan dilakukan sesuai dengan poin perancangan penelitian. Penentuan insiden penyakit dihitung menggunakan rumus berdasarkan persentase jumlah tanaman yang sakit dari total tanaman yang diamati, rumus menurut Khamidi et al. (2022), sebagai berikut:

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

Keterangan:

IP = Insidens penyakit

n = Jumlah sampel sakit

N = Jumlah sampel total

c. Intensitas Penyakit

Penentuan Intensitas penyakit dengan dilakukan pengamatan setiap satu minggu sekali pada setiap sampel perlakuan berdasarkan skor penyakit yang telah ditetapkan pada awal penelitian, kemudian dihitung menggunakan rumus menurut Natawigena (1982), sebagai berikut:

$$IK = \frac{\sum(n \cdot v)}{Z \cdot V} \times 100\%$$

Keterangan:

IK = Intensitas kerusakan penyakit

n = Jumlah tanaman sampel dengan skor penyakit tertentu

v = Skor penyakit tanaman sampel

Z = Jumlah tanaman sampel

V = Skor tertinggi yang ditetapkan

Data intensitas penyakit kemudian digunakan untuk menghitung AUDPC untuk mengetahui laju perkembangan penyakit dengan rumus menurut Shaner dan Finney (1977), sebagai berikut:

$$AUDPC = \sum_i^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) t_{i+1} - t_i$$

Keterangan:

Y_{i+1} = Data pengamatan ke-i+1

Y_i = Data pengamatan ke-i

t_{i+1} = Waktu pengamatan ke-i+1

t_i = Waktu pengamatan ke-i

Data AUDPC yang telah diperoleh digunakan untuk menghitung data indeks proteksi setiap perlakuan, dengan rumus menurut Khoiri et al. (2021), sebagai berikut:

$$\text{Indeks Proteksi} = 1 - \frac{AUDPC \text{ Perlakuan}}{AUDPC \text{ Kontrol}} \times 100\%$$

3. HASIL dan PEMBAHASAN

3.1 Gejala Penyakit

a. Penyakit Bercak Ungu

Gejala awal penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah timbul adanya bintik kecil berwarna putih tidak beraturan jika dilihat secara dekat bentuk bintik melengkung kedalam. Gambar 1 menunjukkan, gejala bercak makin lama akan melebar dengan bagian tengah berwarna putih hingga kelabu dan bagian pinggir berwarna kuning kecoklatan.



Gambar 1. Gejala penyakit bercak ungu pada bawang merah di lahan

Gejala nekrosis ditandai matinya bagian atau sel jaringan pada tanaman sehingga menimbulkan tanda bercak. Sejalan dengan penelitian Hersanti et al. (2019), bercak nekrotik pada daun menyebabkan kematian sel jaringan yang akan melebar disertai bagian tepi berwarna kuning. Cuaca yang lembab akan menyebabkan bercak menjadi kecoklatan dengan ujung daun yang menering. Menurut Sari dan Inayah (2020), jumlah bercak pada daun tua akan lebih banyak dibanding pada daun muda.

b. Penyakit Moler

Gejala moler ditandai dengan gejala bagian daun yang layu dan meliuk, warna daun berubah menjadi kuning dan mengalami kekeringan (Gambar 2). Bagian akar umbi jika dibelah akan terlihat busuk dan terdapat miselium jamur berwarna putih, sehingga tanaman mudah dicabut.

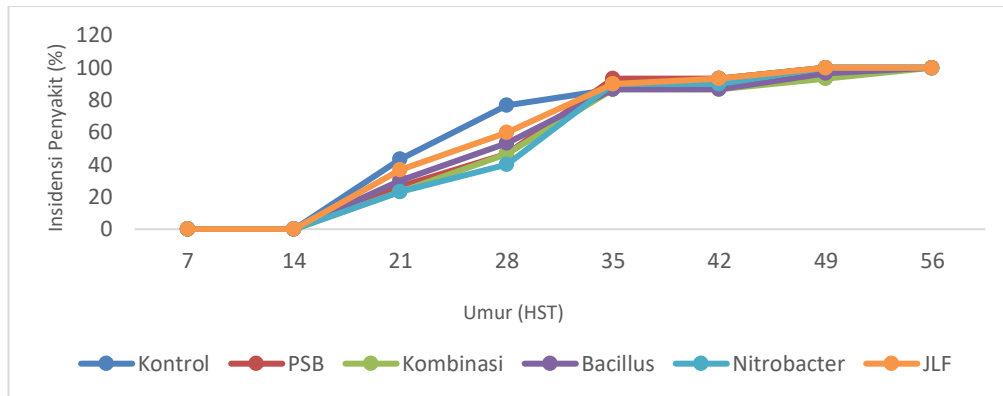


Gambar 2. Gejala penyakit moler pada bawang merah di lahan

Bagian dasar umbi lapis jika dipotong membujur akan terlihat adanya pembusukan yang berawal dari umbi dan meluas. Selain itu, juga terlihat koloni cendawan berwarna putih. Didukung oleh Cahyaningrum et al. (2023), pembusukan akar menyebabkan perubahan warna hingga nekrosis di bagian dasar lapisan umbi.

3.2 Insidensi Penyakit Bercak Ungu

Pengamatan dilakukan selama 8 MST, seminggu sekali. Berdasarkan hasil pada pertanaman bawang merah, pemberian pupuk hayati tidak berpengaruh terhadap serangan patogen penyebab bercak ungu, dilihat dari insidensi penyakit bercak ungu yang terdapat pada setiap perlakuan dan cenderung tinggi hingga memiliki persentase 100% pada 49 dan 56 HST. Patogen penyakit mulai menyerang bawang merah pada 21 HST dan terus meningkat. Perlakuan kontrol (pupuk kimia 100%) memiliki hasil insidensi terbesar dan selalu meningkat setiap minggu (Gambar 3).

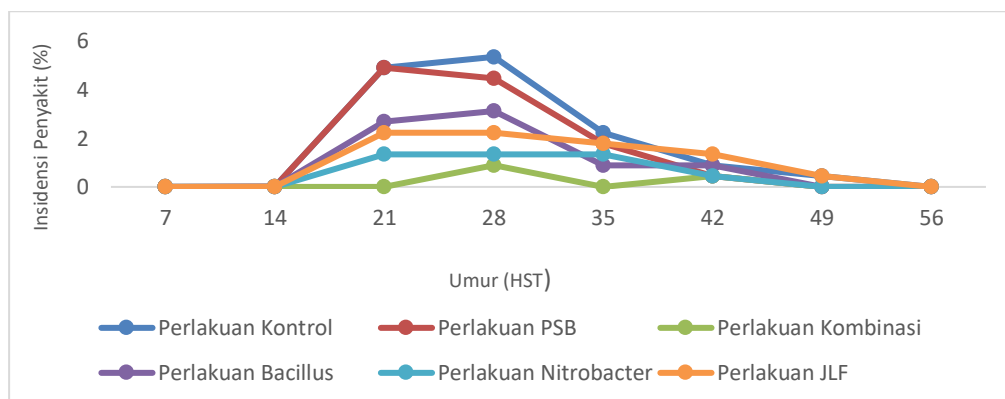


Gambar 3. Insidensi penyakit bercak ungu pada bawang merah

Penambahan pupuk hayati pada perlakuan kombinasi semua pupuk memiliki persentase paling rendah dibanding dengan perlakuan kontrol dan perlakuan pemberian pupuk hayati lainnya. Pemberian pupuk *Bacillus* spp. juga memiliki persentase lebih rendah setelah kombinasi. Didukung penelitian Zhang et al. (2023), *Bacillus* spp. memiliki kemampuan mensintesis berbagai macam metabolit sekunder untuk menghambat patogen tanaman secara langsung, *Bacillus* spp. menghasilkan senyawa organik volatil yang menghambat patogen target dari jarak jauh. Menurut Sundari et al. (2023), *Bacillus* mampu berkompetisi atau bersaing dengan patogen dalam mendapatkan nutrisi, sehingga patogen akan kekurangan nutrisi untuk tumbuh. Hal ini diduga pemberian kombinasi antara pupuk kimia dan beberapa jenis pupuk hayati dapat membantu bawang merah menjadi tahan terhadap serangan patogen *Alternaria* sp. sebab peran masing-masing pupuk hayati yang mampu menekan patogen.

3.3 Insidensi Penyakit Moler

Berdasarkan hasil pengamatan, insidensi penyakit moler pada bawang merah cenderung rendah di bawah 5%. Peningkatan serangan patogen penyebab moler meningkat pada 35 HST dengan insidensi penyakit perlakuan kontrol yang memiliki hasil tertinggi. Perlakuan pupuk kombinasi memiliki insidensi terendah yang hanya ditemukan pada 28 dan 42 HST dengan persentase yang sangat rendah, diikuti perlakuan *Nitrobacter* yang memiliki persentase insidensi penyakit moler yang rendah.



Gambar 4. Insidensi penyakit moler pada bawang merah

Perlakuan pemberian kombinasi pupuk hayati memiliki insidensi terendah, diikuti oleh perlakuan pemberian *Nitrobacter*. Sejalan dengan penelitian Saharuddin et al. (2018), *Nitrobacter* dapat berfungsi sebagai autoimun pada tanaman dengan ketahanan terhadap penyakit menjadi pestisida alami mengendalikan patogen seperti *Fusarium*. Berdasarkan hasil penelitian pemberian pupuk hayati ini membuat tanaman tahan terhadap infeksi patogen *Fusarium* sp. penyebab penyakit moler. Hal ini diduga tanaman tahan terhadap serangan patogen dengan benih yang digunakan sehat dan pengelolaan tanah sebagai media tumbuh yang juga baik sehingga dapat mencegah penyebaran patogen, sebab *Fusarium* sp. yang termasuk patogen tular tanah.

3.4 Intensitas Penyakit Bercak ungu

Perlakuan JLF memiliki tingkat intensitas tertinggi dibanding dengan perlakuan pupuk lainnya hingga pada pengamatan terakhir memiliki persentase rata-rata intensitas sebesar 28,58%, hasil AUDPC sebesar 1390,55 unit/hari. Perlakuan JLF yang dibandingkan dengan kontrol memiliki indeks proteksi -1,01% sehingga tidak dapat menghambat serangan patogen serta membuat tanaman tahan. Hal ini diduga pupuk hayati *Jadam Liquid Fertilizer* (JLF) yang dibuat sendiri oleh petani menghasilkan mikroba yang tidak konsisten dan kurang efektif karena tanpa pengujian laboratorium. Perlakuan pemberian pupuk kombinasi memiliki persentase indeks proteksi tertinggi sebesar 24,07% dibandingkan perlakuan lain, kemudian diikuti perlakuan *Bacillus* spp. dengan persentase 17,46% dan *Nitrobacter* yang memiliki persentase indeks proteksi sebesar 16,95% (Tabel 1).

Tabel 1. Intensitas penyakit, AUDPC, dan indeks proteksi penyakit bercak ungu pada bawang merah dengan berbagai pupuk hayati

Perlakuan	Intensitas Penyakit (%)	AUDPC (Unit/hari)	Indeks Proteksi (%)
Kontrol	28,08	1376,62	-
PSB	23,67	1159,59	15,77
Kombinasi	21,42	1045,24	24,07
<i>Bacillus</i> spp.	23,42	1136,24	17,46
<i>Nitrobacter</i>	23,67	1143,24	16,95
JLF	28,58	1390,55	-1,01

Keterangan: Kontrol (100% Pupuk Kimia); PSB (Pupuk *Photosynthetic Bacteria*); Pupuk *Bacillus* spp.; Pupuk *Nitrobacter*, JLF (*pupuk Jadam Liquid Fertilizer*), Kombinasi (Pupuk kimia + PSB + *Bacillus* spp.+ *Nitrobacter* + JLF).

Pupuk JLF yang dibuat tidak mengandung mikroorganisme antagonis, melainkan mikroorganisme umum yang belum tentu memiliki efek antagonis terhadap patogen tanaman. Menurut Anwar et al. (2024), JLF berfungsi membenahi tanah dan memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah. Selain itu, pupuk yang baru diaplikasikan satu kali kemungkinan belum bisa memperbaiki tanah sebagai tempat tinggal mikroba. Perlakuan pemberian pupuk kombinasi memiliki persentase indeks proteksi tertinggi diikuti perlakuan *Bacillus* spp. dan *Nitrobacter*. Sejalan dengan penelitian Awan dan Shoaib (2019), selain induksi resistensi sistemik, sintesis senyawa antimikroba, *Bacillus* spp. mendorong mineralisasi dan akumulasi bentuk nutrisi yang tersedia secara hayati, sehingga kemampuan penyerapan akar yang baik membantu dalam mitigasi penyakit melalui penyediaan nutrisi penting bagi bawang merah. Sehingga, pemberian kombinasi beberapa jenis pupuk hayati dapat menginduksi ketahanan bawang merah.

3.5 Intensitas Penyakit Moler

Intensitas penyakit moler pada bawang merah cenderung rendah pada semua perlakuan pupuk yang digunakan dengan rata-rata intensitas kurang dari 5%. Intensitas moler pada perlakuan kontrol memiliki persentase cenderung tinggi dibanding perlakuan lain yakni sebesar 1,43% dengan AUDPC sebesar 80,09 unit/hari. Perlakuan kombinasi pupuk hayati memiliki intensitas terendah dibawah 0,14%, dengan hasil AUDPC sebesar 7,77 unit/hari dan persentase indeks proteksi sebesar 90,30% (Tabel 2).

Tabel 2. Intensitas penyakit, AUDPC, dan indeks proteksi penyakit moler pada bawang merah dengan berbagai pupuk hayati

Perlakuan	Intensitas Penyakit (%)	AUDPC Unit/hari	Indeks Proteksi (%)
Kontrol	1,43	80,09	-
PSB	1,18	66,09	17,48
Kombinasi	0,14	7,77	90,30
<i>Bacillus</i> spp.	0,76	42,77	46,60
<i>Nitrobacter</i>	0,43	24,10	69,91
JLF	0,83	46,65	41,76

Keterangan: Kontrol (100% Pupuk Kimia); PSB (Pupuk *Photosynthetic Bacteria*); Pupuk *Bacillus* spp.; Pupuk *Nitrobacter*, JLF (pupuk *Jadam Liquid Fertilizer*), Kombinasi (Pupuk kimia + PSB + *Bacillus* spp. + *Nitrobacter* + JLF).

Hasil penelitian menunjukkan kombinasi beberapa jenis pupuk hayati dapat menghambat patogen tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman, sebab gabungan mikroba bisa saling melengkapi dalam membantu peningkatan ketahanan tanaman. Sejalan dengan Chaudhary et al. (2022), kerusakan tanaman oleh organisme patogen dapat menurunkan produktivitas tanaman yang menimbulkan penyakit. Pupuk hayati dapat mengurangi stress pada tanaman sehingga lebih tahan terhadap infeksi patogen.

4. KESIMPULAN

Pupuk hayati dapat meningkatkan ketahanan tanaman dibanding penggunaan 100% pupuk kimia secara tunggal, sehingga menghambat patogen dalam menyerang. Insidensi penyakit bercak ungu cenderung tinggi pada semua perlakuan dengan persentase 100%, sedangkan penyakit moler memiliki insidensi penyakit yang rendah. Intensitas penyakit bercak ungu cenderung tinggi pada semua perlakuan, dengan perlakuan pupuk JLF yang memiliki tingkat rata-rata intensitas tertinggi yakni 28,58%, hasil AUDPC sebesar 1390,55 unit/hari, dan indeks proteksi -1,01%. Intensitas penyakit moler cenderung rendah pada semua perlakuan. Perlakuan kontrol memiliki intensitas penyakit moler tertinggi dengan persentase sebesar 1,43%, dan AUDPC sebesar 80,09 unit/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, Y., Purwatiningsih., Sulistyanto. (2017). Kombinasi pupuk organik dan agen hayati untuk mengendalikan hama *Spodoptera exigua* pada tanaman bawang merah di Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo. *J Ilmu Dasar*. 18(2): 99-108.
- Anwar, M., Iskandar, M.J., Wadi, I. (2024). Pelatihan jadam microba solution di poktan sengenit menuju pertanian ramah lingkungan. *J Masyarakat Mandiri*. 8(5): 4823-4833.
- Awan, Z.A., Shoaib, A., 2019. Combating early blight infection by employing *Bacillus subtilis* in combination with plant fertilizers. *Science Direct Current Plant Viology*. 20: 1-8.
- Cahyaningrum, H., et al. (2023). Penyakit moler pada bawang merah. *J Media Pertanian*. 8(2): 152-155.
- Chaudhary, P., et al. (2022). Overview of biofertilizers in crop production and stress management for sustainable agriculture. *J Frontiers in Plant Science*. 1-21.
- Djamaluddin, R.R., et al. (2022). Identifikasi gejala penyakit dan cendawan patogen tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*) di Kecamatan Buntu Batu Kabupaten Enrekang. *J Media Informasi Sains dan Teknologi*. 16(1): 81-92.
- Hersanti., Sudarjat., Damayanti, A. (2019). Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus* sp. dalam silika nano dan serat karbon untuk menginduksi ketahanan bawang merah terhadap penyakit bercak ungu (*Alternaria porri* (Ell.) Cif). *J Agrikultura*. 30 (1): 8-16.
- Khamidi, T., Djatmiko, H.A., Haryanto, T.A.D. (2022). Potensi agens hayati dalam pengendalian penyakit busuk pangkat dan peningkatan tanaman bawang merah. *J Fitopatologi Indonesia*. 18(1): 9-18.
- Khoiri, S., et al. (2021). Efektivitas isolay-isolat *Bacillus* sebagai pengendali penyakit bulai dan pemacu pertumbuhan tanaman jagung pada kondisi terkontrol. *J of Science and Technology*. 14(2): 144-151.
- Natawigena. (1982). Pestisida dan Kegunaannya. Jurusan Proteksi Tanaman Institut Pertanian Bogor. Bogor

- Poromarto, S.H., Supyani., Supriyadi., Hadiwiyono. (2021). Moler disease of shallot in the last three years at Brebes Central Java: the intensity and resulting yields losses is increasing. *J Earth and Environmental Science*. 810: 1-6.
- Ruswadandari, V.R., Syauqu, A., Rahayu, T. (2020). Uji antagonis jamur *Trichoderma viride* dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *J Ilmiah Biosaintropis*. 5(2): 84-90.
- Saharuddin., et al. (2018). Towards sustainable agricultural production: Growth and production of three varieties of shallot with some various Nitrobacter bio-fertilizer concentrations. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 157: 1-6.
- Sari, W., Inayah, S.A. (2020). Inventarisasi penyakit pada dua varietas lokal bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) bima brebes dan trisula. *J Pro-Stek*. 2(2): 64-71.
- Setiaji, A., Annisa, R.R.R., Rahmandias, D.T. (2023). Bakteri Bacillus sebagai agen kontrol dan biostimulan tanaman. *J of Science and Technology*. 16(1): 96-106.
- Shaner, G., Finney, R.E. (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*. 67:1051–1056.
- Sundari, D., et al. (2023). The diversity of shallot rhizomicrobiome and twisted disease suppression with the application of *Bacillus* spp. and *Trichoderma asperellum*. *J Fitopatologi Indonesia*. 19 (4):156-165
- Zhang, N., et al. (2023). Biocontrol mechanisms of *Bacillus*: Improving the efficiency of green agriculture. *J Microbial Biotechnology*. 16(12): 2250-2263.