

Potensi *Bacillus* spp. sebagai Agens Biokontrol Pengendali Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

Yulmira Yanti^{1*}, Nurbailis¹, Indra Dwipa², dan Dede Suhendra³

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas pertanian, Universitas Andalas

²Departemen Agronomi, Fakultas pertanian, Universitas Andalas

Limau Manis, Kecamatan Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat, 25163

³Departemen Budidaya Tanaman Perkebunan, Fakultas pertanian, Universitas Andalas

*Alamat korespondensi: mira23@ag.unand.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 03-06-2024	Potency of <i>Bacillus</i> spp. as a biocontrol agent against fusarium wilt (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cepae</i>) and its effect on the growth of shallot (<i>Allium ascalonicum</i> L.)
Direvisi: 25-05-2025	
Dipublikasi: 31-05-2025	
Keywords: Antagonistic microorganisms, Biocontrol, Biological agents, Horticulture, Induced Systemic Resistance (ISR)	Fusarium wilt disease in shallot plants is caused by <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cepae</i> (FOC). This disease is considered a major threat to shallot cultivation, potentially causing yield losses of up to 50% or even complete crop failure. An alternative approach in controlling fusarium wilt is the use of <i>Bacillus</i> spp. This study aimed to test <i>Bacillus</i> spp. strains as biological control agents to suppress the development of fusarium wilt disease and enhancing the growth and yield of shallot plants. The research was conducted at the Microbiology Laboratory and the Phytopathology Laboratory of the Department of Plant Protection, as well as at the Experimental Farm of the Faculty of Agriculture, Andalas University, Padang, from April to September 2023. The study employed a Randomized Complete Block Design (RCBD) with eight treatments (six different <i>Bacillus</i> spp. strains, a positive control, and a negative control) and six replications. The <i>Bacillus</i> spp. strains used were <i>B. waihenstephanensis</i> strain RBTLL 3.2, <i>B. cereus</i> strain MRDKBTE 1.3, <i>B. thuringiensis</i> strain MRSNRZ 3.1, <i>B. mycoides</i> strain MRSNUMBE 2.2, <i>B. mycoides</i> strain MRBPBT 2.1, and <i>B. cereus</i> strain MRPLUMBE 1.3. <i>Bacillus</i> spp. was introduced to shallot bulbs through soaking before planting, followed by FOC inoculation around the root zone at four weeks of plant growth. Observed variables included disease development (incubation period, disease incidence, and disease severity) and shallot growth parameters (plant height, number of leaves, fresh weight, and dry weight of bulbs). <i>Bacillus cereus</i> strain MRPLUMBE 1.3 exhibited the highest effectiveness in inhibiting fusarium wilt disease, while <i>Bacillus mycoides</i> strain MRBPBT 2.1 demonstrated the best performance in promoting shallot plant growth. These findings suggest that <i>Bacillus</i> spp. have the potential to suppress fusarium wilt disease and enhance shallot growth.
Kata Kunci: Agens hayati, Biokontrol, Hortikultura, Induced Systemic Resistance (ISR), Mikroorganisme antagonis	Penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah disebabkan oleh <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cepae</i> (FOC). Penyakit ini tergolong penyakit penting pada tanaman bawang merah yang dapat menimbulkan kerugian hingga 50% atau bahkan menyebabkan gagal panen. Alternatif pengendalian penyakit layu fusarium bisa dilakukan dengan memanfaatkan bakteri <i>Bacillus</i> spp. Penelitian ini bertujuan untuk menguji bakteri <i>Bacillus</i> spp. sebagai agens biokontrol untuk menekan perkembangan penyakit layu fusarium dan meningkatkan

pertumbuhan serta hasil tanaman bawang merah. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Fitopatologi Departemen Proteksi Tanaman serta di Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang pada bulan April sampai September 2023. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 8 perlakuan (6 galur bakteri *Bacillus* spp., kontrol positif, dan kontrol negatif) yang diulang sebanyak 6 kali. Bakteri *Bacillus* spp. yang digunakan adalah *B. waihenstephanensis* galur RBTLL 3.2, *B. cereus* galur MRDKBTE 1.3, *B. thuringiensis* galur MRSNRZ 3.1, *B. mycoides* galur MRSNUMBE 2.2, *B. mycoides* galur MRBPBT 2.1, dan *B. cereus* galur MRPLUMBE 1.3. Bakteri *Bacillus* spp., diintroduksi pada umbi bawang merah dengan merendam umbi sebelum ditanam dan inokulasi FOC di sekitar perakaran pada umur tanaman 4 minggu. Variabel yang diamati yaitu perkembangan penyakit (masa inkubasi, kejadian penyakit dan keparahan penyakit) dan pertumbuhan bawang merah (tinggi, jumlah daun, berat basah, dan berat kering umbi). Perlakuan *B. cereus* galur MRPLUMBE 1.3 menunjukkan kemampuan terbaik menghambat perkembangan penyakit layu fusarium, sedangkan *B. mycoides* galur MRBPBT 2.1 memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Bacillus* spp. memiliki potensi untuk menekan perkembangan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah.

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Selain dikonsumsi sebagai bumbu masakan, bawang merah juga digunakan sebagai obat tradisional yang banyak bermanfaat untuk kesehatan (Sihombing dkk., 2023). Produktivitas bawang merah di Indonesia meningkat pada tahun 2019-2022 berturut-turut adalah 9,93, 9,71, 10,48, dan 10,75 ton/ha (BPS, 2023). Namun, produktivitas bawang merah ini belum optimal yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya gangguan organisme pengganggu tumbuhan seperti patogen tanaman (Trisnawati dkk., 2021).

Patogen penting yang menyerang bawang merah antara lain *Alternaria porri* penyebab penyakit trotol atau bercak ungu (Sari & Inayah, 2020), *Stemphylium vesicarium* (Wallr) penyebab penyakit hawar daun stemphylium (Hahuly *et al.*, 2018), *Puccinia allii* penyebab penyakit karat (Kwon *et al.*, 2021), *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* penyebab penyakit hawar daun bakteri (Phuong *et al.*, 2022), dan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* penyebab penyakit layu fusarium (Muthukumar *et al.*, 2023). Penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (FOC) menyerang akar dan umbi tanaman bawang merah. Gejala

serangan patogen ini berupa pembusukan akar, perubahan warna hingga nekrosis di dasar umbi lapis. Gejala khas pada daun yaitu daun tidak akan tumbuh tegak tetapi melintir karena batang semu tumbuh lebih panjang, warna daun hijau pucat atau kekuningan, dan layu (Prakoso dkk., 2016). Kerugian akibat penyakit layu fusarium ini dapat mencapai 50%, bahkan dapat menyebabkan gagal panen (Hikmahwati dkk., 2020).

Upaya pengendalian penyakit layu fusarium oleh petani umumnya menggunakan fungisida atau mengumpulkan dan memusnahkan tanaman sakit. Teknik pengendalian lain yang dilakukan antara lain rotasi tanaman, penggunaan varietas tahan, solarisasi tanah dan pestisida (Fitriani dkk., 2019). Pemakaian pestisida sintesis secara terus menerus dapat mematikan mikroba menguntungkan secara khusus serta menyebabkan ketidakstabilan ekosistem dan kerusakan lingkungan secara umum. Oleh karena itu, perlu dicari pengendalian alternatif yang bersifat ramah lingkungan yaitu pemanfaatan mikroorganisme pengendali hayati (Hadiwiyono dkk., 2023). Mikroorganisme yang berperan sebagai agens biokontrol dari kelompok bakteri yang salah satunya yaitu *Bacillus* spp. Mekanisme pengendalian penyakit oleh *Bacillus* spp. dapat secara langsung maupun tidak langsung (Wartono dkk., 2021).

Mekanisme pengendalian secara langsung seperti hiperparasit, lisis, dan produksi toksin, enzim

serta antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen (Flori *et al.*, 2020; Gamalero & Glick, 2020). Pengendalian secara tidak langsung yaitu *Bacillus* spp. dapat menginduksi ketahanan pada tanaman (*induced systemic resistance/ISR*) (Miljaković *et al.*, 2020). ISR adalah proses mikroba nonpatogen menekan keparahan penyakit tanaman dengan mengaktifkan mekanisme resistensi pada tanaman (Romera *et al.*, 2019). Mekanisme ini melibatkan respon ketahanan jalur asam jasmonat (JA) dan etilen (ET) yang menstimulasi sistem ketahanan ISR tanpa harus melalui infeksi patogen (Ruan *et al.*, 2019). Aktivasi mekanisme ISR memberikan kemampuan kepada tanaman untuk melindungi diri dari infeksi patogen dan mempertahankan diri dari penyakit akibat infeksi secara tidak langsung seperti peningkatan hormon auksin endogen yakni *indole acetic acid* (IAA) (Miljaković *et al.*, 2020).

Kemampuan *Bacillus* spp. dalam mengendalikan patogen tanaman telah banyak dilaporkan. *Bacillus subtilis* mampu menghambat perkembangan penyakit hawar pelepah *Rhizoctonia solani*, hawar daun *Bipolaris maydis* dan busuk tongkol *Fusarium moniliforme* pada jagung (Suriani & Muis, 2016). Aplikasi *Bacillus cereus* dapat menghambat *Colletotrichum fructicola* penyebab penyakit antraknosa pada cabai (Purba dkk., 2021). Yanti *et al.* (2018) melaporkan *Bacillus mycoides* mampu mengendalikan patogen *Ralstonia solanaceae* subsp. *indonesiensis* pada cabai. Menurut Hollensteiner *et al.* (2017), *Bacillus waihenstephanensis* dapat menghambat pertumbuhan patogen *Verticillium*. Hyakumachi *et al.* (2013) menyatakan *Bacillus thuringiensis* menekan layu bakteri *Ralstonia solanacearum* pada tomat.

Hasil penelitian Yanti *et al.* (2022a, b) menunjukkan beberapa galur *Bacillus* spp. yang berasal dari rizosfer dan jaringan batang dan umbi tanaman bawang merah mampu mengendalikan *Xanthomonas axonopodis* p.v. *alii* dan meningkatkan pertumbuhan pada bawang merah. Galur-galur *Bacillus* spp. tersebut dapat menghasilkan HCN, IAA, amonia, siderofor, mampu menghidrolisis gelatin, hidrolisis pati, dan mereduksi nitrat. Adapun penelitian ini bertujuan untuk menguji beberapa galur *Bacillus* spp. untuk menekan perkembangan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan serta hasil tanaman bawang merah.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan April sampai September 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Departemen Proteksi tanaman, dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penelitian bersifat eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 8 perlakuan [6 galur bakteri *Bacillus* spp. yang berbeda, kontrol positif (tanpa FOC dan tanpa introduksi *Bacillus* spp.), kontrol negatif (diinokulasi FOC dan tanpa introduksi *Bacillus* spp.)] dan 6 ulangan. Bakteri *Bacillus* spp. yang digunakan merupakan koleksi Dr. Yulmira Yanti, S.Si., M.P., terdiri atas *B. waihenstephanensis* galur RBTLL 3.2, *B. cereus* galur MRDKBTE 1.3, *B. thuringiensis* galur MRSNRZ 3.1, *B. mycoides* galur MRSNUMBE 2.2, *B. mycoides* galur MRBPBT 2.1, dan *B. cereus* galur MRPLUMBE 1.3.

Isolasi dan Perbanyakan FOC

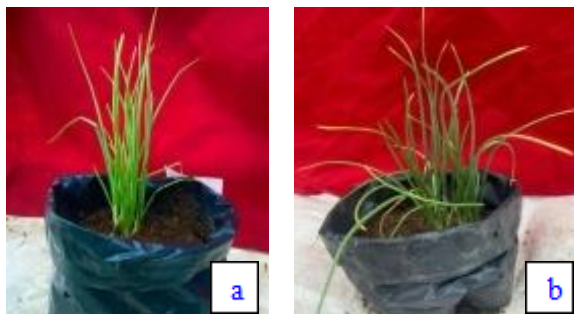
Bawang merah yang bergelaja diperoleh dari pertanaman bawang merah di Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Isolasi jamur patogen FOC dilakukan dengan menggunakan metode tanam langsung (*direct plating method*). Umbi bawang merah yang bergejala dicuci dengan air mengalir hingga bersih, kemudian dipotong kecil-kecil dengan ukuran 1 x 1 cm menggunakan pisau *scalpel*. Potongan umbi disterilisasi dengan cara direndam dalam larutan alkohol 70% selama 30 detik, kemudian direndam larutan NaOCl 1% selama 1 menit, dan terakhir dibilas menggunakan akuades steril. Selanjutnya, potongan umbi diletakkan di atas kertas tisu. Sampel yang sudah kering, ditumbuhkan pada media *potato dextrose agar* (PDA) dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Biakan murni jamur patogen diperoleh dengan cara mengambil biakan yang tumbuh dengan menggunakan spatula steril. Kemudian diletakkan pada media PDA dan diinkubasi selama 14 hari pada suhu ruang. Identifikasi dilakukan dengan mengamati ciri makroskopis dan mikroskopis jamur menggunakan mikroskop binokuler. Ciri makroskopis yang diamati adalah warna dan bentuk koloni. Pengamatan ciri mikroskopis dengan melihat bentuk konidia (makrokonidia dan mikrokonidia) dan kladospora jamur.

Perbanyakan FOC dilakukan dengan menggunakan media beras. Sebanyak 500 g beras dikukus dengan menggunakan dandang selama 30 menit. Beras yang telah dikukus didinginkan di atas

nampan, lalu dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Kemudian disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121 °C selama 30 menit. Setelah beras dingin, biakan FOC pada media PDA dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm dimasukkan ke dalam substrat beras tersebut.

Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas bertujuan untuk menentukan isolat patogen pada bawang merah. Inokulasi dilakukan pada tanaman bawang merah varietas Bima Brebes berumur 4 minggu yang ditanam dalam *polybag* dengan tanah yang telah disterilkan. Inokulasi dilakukan dengan cara membenamkan FOC pada substrat beras ke dalam tanah sedalam 3 cm di sekitar perakaran tanaman bawang merah sebanyak 10 g/tanaman. Gejala muncul pada 15 hari setelah inokulasi (HSI). Hasil pengamatan gejala berupa daun tidak tumbuh tegak atau melintir, warna daun menjadi hijau pucat atau kekuningan (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil uji patogenisitas FOC pada tanaman bawang merah. (a) Kontrol, (b) Tanaman bawang merah yang diinokulasi jamur FOC (15 HSI).

Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1 (v/v). Campuran tanah dan pupuk kandang dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dengan volume 5 kg dan disterilisasi dengan metode *Tyndalisasi* atau menggunakan uap panas pada suhu 100 °C selama 1 jam, diulang tiga kali berturut-turut dengan selang waktu 24 jam. Selanjutnya campuran tanah dan pupuk kandang steril dimasukkan ke dalam *polybag* volume 10 kg.

Pembuatan Suspensi *Bacillus* spp.

Isolat *Bacillus* spp. yang telah diremajakan pada media nutrient agar (NA) kemudian diperbanyak pada kultur cair yang terdiri atas 2 tahap

yaitu: (1) Pre-culture, 1 koloni tunggal biakan murni *Bacillus* spp. diambil, kemudian dimasukkan ke dalam 25 ml medium nutrient broth (NB) dalam botol kultur (volume 50 ml) dan diinkubasi pada *rotary shaker* selama 1 x 24 jam dengan kecepatan 150 rpm, dan (2) Main-culture, pembuatan suspensi *Bacillus* spp. dilakukan dengan cara 1 ml suspensi pre-culture dipindahkan ke dalam 99 ml air kelapa steril dalam botol kultur (volume 250 ml) dan diinkubasi dengan cara yang sama selama 2 x 24 jam dengan kecepatan 150 rpm. Suspensi bakteri dari Main-culture dibandingkan kekeruhannya dengan larutan McFarland skala 8 untuk menentukan kerapatan bakteri (Klement *et al.*, 1990).

Penanaman Bawang Merah

Umbi bawang merah dari varietas Bima Brebes dipotong 1/3 bagian atasnya, kemudian disterilisasi dengan merendam umbi dalam akuades steril selama 1 menit, lalu alkohol 70% selama 30 detik, akuades lagi selama 1 menit. Selanjutnya umbi bawang merah direndam dalam perlakuan suspensi bakteri *Bacillus* spp. dengan kerapatan 10^8 sel/ml. Kontrol positif dan negatif direndam dengan akuades steril. Masing-masing perlakuan direndam selama 15 menit. Selanjutnya umbi yang telah direndam ditanam dalam *polybag* yang berisi media tanam yang sudah disiapkan sebelumnya.

Inokulasi Patogen

Inokulasi dilakukan pada tanaman bawang merah berumur 4 minggu setelah tanam. Inokulasi dilakukan dengan cara membenamkan substrat beras yang telah ditumbuhi FOC sebanyak 10 g/tanaman di sekitar perakaran bawang merah.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap perkembangan penyakit dan pertumbuhan tanaman bawang merah. Parameter pengamatan perkembangan penyakit meliputi masa inkubasi (periode terpapar infeksi hingga muncul tanda atau gejala penyakit pertama kali muncul), kejadian penyakit, dan keparahan penyakit. Parameter utama pengamatan pertumbuhan yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun diamati awal pertanaman hingga daun bawang mulai layu (8 minggu), berat segar (ditimbang saat umbi siap panen) dan berat kering (ditimbang setelah dikeringkan di rungan selama 7 hari) umbi bawang merah.

Pengukuran kejadian penyakit menggunakan rumus Novitasari dan Munif (2020) sebagai berikut:

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

Keterangan:

Kp : Kejadian penyakit

n : Jumlah tanaman yang bergejala

N : Jumlah tanaman yang diamati

Pengukuran keparahan penyakit menggunakan rumus Chiang *et al.* (2017) sebagai berikut:

$$KP = \frac{\sum(n \times v)}{(N \times V)} \times 100\%$$

Keterangan:

KP : Keparahan penyakit

n : Jumlah daun dari tiap kategori serangan

v : Nilai skala pada setiap kategori serangan (0-5)

N : Jumlah total daun yang diamati

V : Nilai skala serangan tertinggi

Untuk menghitung keparahan penyakit layu fusarium pada bawang merah digunakan skala yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai skala dari masing-masing serangan penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah

Skala	Gejala penyakit
0	0%
1	>0 – 20% jumlah daun bergejala
2	>20 – 40% jumlah daun bergejala
3	>40 – 60% jumlah daun bergejala
4	>60 – 80% jumlah daun bergejala
5	>80% jumlah daun bergejala

Sumber: Prabowo dkk. (2020) dengan modifikasi.

Analisis Data

Data dianalisis dengan sidik ragam, jika berbeda nyata maka dilanjut dengan *Least Significance Differences* (LSD) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Penyakit

Bakteri *Bacillus* spp. yang diintroduksi pada tanaman bawang merah mampu menekan perkembangan penyakit layu fusarium yang dapat dilihat dari hasil pengamatan masa inkubasi, kejadian penyakit dan keparahan penyakit. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang telah diintroduksi bakteri *Bacillus* spp memiliki kemampuan untuk menghambat perkembangan penyakit (Tabel 2).

Tabel 2. Kemampuan bakteri *Bacillus* spp. dalam menghambat perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah

Perlakuan	Masa inkubasi (HSI)	Kejadian penyakit (%)	Keparahan penyakit (%)
<i>Bacillus cereus</i> galur MRPLUMBE 1.3	31,00 a	47,67 c	15,22 c
<i>Bacillus thuringiensis</i> galur MRSNRZ 3.1	20,89 b	74,33 b	22,33 bc
<i>Bacillus mycoides</i> galur MRBPBT 2.1	20,34 b	81,00 ab	20,56 bc
<i>Bacillus cereus</i> galur MRDKBTE 1.3	19,78 b	69,89 b	21,00 bc
<i>Bacillus mycoides</i> galur MRSNUMBE 2.2	19,67 b	78,78 ab	24,55 ab
<i>Bacillus waihenstephanensis</i> galur RBTLL 3.2	19,11 b	81,00 ab	24,11 ab
Kontrol negatif	17,33 b	94,33 a	30,78 a

Keterangan: *Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%. Kontrol negatif: diinokulasi FOC dan tanpa introduksi *Bacillus* spp.

Berdasarkan hasil yang didapatkan, perlakuan terbaik dalam menekan perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman bawang yaitu *B. cereus* galur MRPLUMBE 1.3. Penghambatan perkembangan patogen oleh *Bacillus* spp. melibatkan mekanisme seperti kompetisi untuk nutrisi dan antagonisme (Miljaković *et al.*, 2020). Mekanisme antagonisme *Bacillus* spp. dapat berupa menghasilkan zat

antijamur atau antibiotik yang menghambat pertumbuhan hifa atau dinding sel jamur patogen (Elfina dkk., 2024). Ajesh *et al.* (2013) melaporkan *B. cereus* AK1 yang diisolasi dari tanah mampu mensintesis kannurin, yang merupakan antibiotik lipopeptida yang menunjukkan aktivitas antijamur yang mirip dengan surfaktan, tetapi memiliki efek yang lebih kuat. Mekanisme lain yang dihasilkan oleh

bakteri *Bacillus* spp. dalam mengendalikan patogen tanaman adalah melalui aktivitas enzim litik seperti selulase, kitinase, glukonase, kitosanase, dan protease, yang secara efisien menghidrolisis komponen utama dinding sel jamur (Chenniappan *et al.*, 2019). Berdasarkan penelitian Janahiraman *et al.* (2016), *Bacillus cereus* PPB-1 yang diintroduksi pada tanaman tomat mampu meningkatkan produksi PR protein (β -1,3-glukanase dan kitinase) pada hari ke-5 setelah tanaman terinfeksi *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium ultimum*, dan *Rhizoctonia solani*.

Berdasarkan hasil penelitian semua perlakuan *Bacillus* spp. mampu menekan keparahan penyakit layu fusarium. Introduksi *Bacillus* spp. pada tanaman juga dapat mengendalikan patogen tumbuhan dengan memicu induksi ketahanan sistemik (ISR). ISR yang dimediasi oleh jalur asam salisilat (SA), asam jasmonat (JA), dan etilen (ET), sehingga semakin memperkuat mekanisme pertahanan tanaman terhadap serangan patogen (Yu *et al.*, 2022). Beris *et al.* (2018) melaporkan *B. amyloliquefaciens* menginduksi ketahanan tanaman tomat dimediasi oleh jalur SA mengurangi kejadian penyakit akibat *Tomato spotted wilt virus*, dan menunda akumulasi sistemik *Potato virus Y*. Selanjutnya, Madriz-Ordeñana *et al.* (2022) melaporkan Jalur JA dan SA yang diproduksi oleh *B. cereus* EC9 meningkatkan sistem imun tanaman hias Kalanchoe terhadap *F. oxysporum*. Tanaman bawang merah yang terinfeksi pada penelitian ini menjadi

dapat ditarik dengan mudah karena tanaman menjadi lemah dan kerdil dengan sistem perakaran yang membusuk. Beberapa umbi bawang merah tidak menunjukkan pembusukan, namun memiliki ukuran yang sangat kecil yang diduga akibat terhambatnya proses fotosintesis, respirasi dan translokasi hara terutama dalam pembentukan umbi.

Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

Selain menekan perkembangan penyakit, introduksi bakteri *Bacillus* spp. juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah (Tabel 4) dan hasil panen (Tabel 5). Pada pengamatan tinggi dan jumlah daun tanaman bawang merah setelah diintroduksi *Bacillus* spp semua perlakuan *Bacillus* spp mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah. Perlakuan *B. mycooides* galur MRBPBT 2.1 menunjukkan hasil yang terbaik dalam meningkatkan tinggi dan jumlah daun tanaman (Tabel 4; Gambar 2). Tinggi dan jumlah daun yang terbentuk akan memengaruhi ukuran dan berat umbi bawang merah yang dihasilkan. Peningkatan pertumbuhan tanaman bawang merah pada penelitian ini diduga karena bakteri *Bacillus* spp. menghasilkan fitohormon yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Yanti *et al.* (2022b) melaporkan bahwa bakteri *Bacillus* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena menghasilkan fitohormon seperti IAA (*indole acetic acid*), giberelin dan sitokinin.

Tabel 4. Tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman merah yang diintroduksi bakteri *Bacillus* spp. dan diinokulasi FOC (49 HST)

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Efektivitas (%)	Jumlah daun (helai)	Efektivitas (%)
<i>Bacillus mycooides</i> galur MRBPBT 2.1	44,83 a	9,50	30,22 a	46,98
<i>Bacillus cereus</i> galur MRPLUMBE 1.3	43,11 a	5,30	26,00 ab	26,46
<i>Bacillus cereus</i> galur MRDKBTE 1.3	42,89 a	4,76	22,33 b	8,61
<i>Bacillus thuringiensis</i> galur MRSNRZ 3.1	42,61 a	4,08	22,45 b	9,19
<i>Bacillus mycooides</i> galur MRSNUMBE 2.2	41,58 a	1,56	22,00 b	7,00
<i>Bacillus waihenstephanensis</i> galur RBTLL 3.2	41,55 a	1,49	21,33 b	3,75
Kontrol positif	40,94 b	0,00	20,56 b	0,00

Keterangan: *Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbedatidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%. Kontrol positif: tanpa inokulasi FOC dan tanpa introduksi *Bacillus* spp.

Introduksi bakteri *Bacillus* spp. pada tanaman bawang merah juga memengaruhi hasil atau produksi tanaman bawang merah. Pengamatan perlakuan *B. mycooides* galur MRBPBT 2.1 merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan berat umbi bawang merah (Tabel 5; Gambar 3). Terjadinya peningkatan

hasil ini karena kemampuan dari bakteri *Bacillus* spp. menghasilkan fitohormon, selain itu *Bacillus* spp. juga memiliki kemampuan melarutkan fosfat dan fiksasi nitrogen yang berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil tanaman. Kuan *et al.* (2016) melaporkan bahwa spesies *Bacillus* memiliki gen *nifH* dan

menghasilkan nitrogenase yang terlibat dalam fiksasi nitrogen untuk menunda penuaan dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.



Gambar 2. Perbandingan tinggi tanaman bawang merah (35 HST). (a) Kontrol positif, (b) Tanaman bawang merah yang diintroduksi *B. mycoides* galur MRBPBT 2.1.

Xu *et al.* (2014) melaporkan *Bakteri subtilis* (HYT-12-1) mampu memproduksi IAA

sebesar 37%, pelarutan fosfat sebesar 37%, fiksasi nitrogen potensial sebesar 85%, dan aktivitas deaminase ACC sebesar 6% yang secara langsung berpengaruh pada pertumbuhan tanaman tomat. Lebih lanjut *B. subtilis* juga diketahui mampu melarutkan fosfor yang tidak larut dalam tanah dan melepaskannya untuk mendorong peningkatan pertumbuhan dan produktivitas pada jagung, gandum, dan tanaman lain di tanah yang kekurangan fosfor (Arnaouteli *et al.*, 2021).



Gambar 3. Perbandingan umbi tanaman bawang merah. (a) Kontrol positif, (b) Tanaman bawang merah yang diintroduksi *B. mycoides* galur MRBPBT 2.1.

Tabel 5. Berat umbi bawang merah yang diintroduksi bakteri *Bacillus* spp. dan diinokulasi FOC (80 HST)

Perlakuan	Berat segar (g)	Efektivitas (%)	Berat kering (g)	Efektivitas (%)
<i>Bacillus mycoides</i> galur MRBPBT 2.1	68,22 a	65,50	57,11 a	61,14
<i>Bacillus cereus</i> galur MRPLUMBE 1.3	56,33 ab	36,66	49,33 ab	39,19
<i>Bacillus cereus</i> galur MRDKBTE 1.3	52,89 bc	28,31	46,33 abc	30,73
<i>Bacillus thuringiensis</i> galur MRSNRZ 3.1	51,22 bc	24,26	44,33 bc	25,08
<i>Bacillus waihenstephanensis</i> galur RBTLL 3.2	50,33 bc	22,10	43,44 bc	22,57
<i>Bacillus mycoides</i> galur MRSNUMBE 2.2	44,78 bc	8,64	37,78 bc	6,60
Kontrol positif	41,22 c	0,00	35,44 c	0,00

Keterangan: *Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbedatidak nyata menurut uji DNMRD pada taraf 5%. Kontrol positif: tanpa inokulasi FOC dan tanpa introduksi *Bacillus* spp.

SIMPULAN

Bakteri *Bacillus* spp. memiliki potensi dalam menekan perkembangan penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepa* dan meningkatkan pertumbuhan serta hasil tanaman bawang merah dibandingkan kontrol. *Bacillus cereus* galur MRPLUMBE 1.3 merupakan bakteri *Bacillus* spp. yang memiliki kemampuan terbaik dalam menekan perkembangan penyakit layu fusarium dan

meningkatkan hasil tanaman bawang merah dengan efektivitas peningkatan berat umbi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Penelitian, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah mendanai penelitian dengan nomor kontrak 012/E5/PG.02.00.PL/2023 dan nomor/SP DIPA-023.171.690523/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajesh, K, S Sudarslal, C Arunan, and K Sreejith. 2013. Kannurin, a novel lipopeptide from *Bacillus cereus* strain AK1: isolation, structural evaluation and antifungal activities. *Journal of Applied Microbiology*. 115(6): 1287–1296. DOI: 10.1111/jam.12324.
- Arnaouteli, S, NC Bamford, NR Stanley-Wall, and AT Kovács. 2021. *Bacillus subtilis* biofilm formation and social interactions. *Nature Reviews Microbiology*. 19(9): 600–614. DOI: 10.1038/s41579-021-00540-9.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023. Produksi Tanaman Sayuran. Tersedia online pada <https://www.bps.go.id>. (diakses 23 April 2024)
- Beris, D, I Theologidis, N Skandalis, and N Vassilakos. 2018. *Bacillus amyloliquefaciens* strain MBI600 induces salicylic acid dependent resistance in tomato plants against *Tomato spotted wilt virus* and *Potato virus Y*. *Scientific Reports*. 8(1): 10320. DOI: 10.1038/s41598-018-28677-3.
- Chenniappan, C, M Narayanasamy, GM Daniel, GB Ramaraj, P Ponnusamy, J Sekar, and PV Ramalingam. 2019. Biocontrol efficiency of native plant growth promoting rhizobacteria against rhizome rot disease of turmeric. *Biological Control*. 129: 55–64. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2018.07.002.
- Chiang, KS, HI Liu, and CH Bock. 2017. A Discussion on disease severity index values. Part I: Warning on inherent errors and suggestions to maximise accuracy. *Annals of Applied Biology*. 171(2): 139–154. DOI: 10.1111/aab.12362.
- Elfina, Y, S Sukendi, Efriyeldi, dan A Sutikno. 2024. Uji kemampuan *Bacillus* spp. dalam menghambat *Ganoderma boninense* Pat. penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit secara in vitro. *Agro Bali: Agricultural Journal*. 7(2): 575–590. DOI: 10.37637/ab.v7i2.1816.
- Fitriani, ML, S Wiyono, dan MS Sinaga. 2019. Potensi kolonisasi mikoriza arbuskular dan cendawan endofit untuk pengendalian layu fusarium pada bawang merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 15(6): 228–238. DOI: 10.14692/jfi.15.6.228-238.
- Flori, F, Mukarlina, dan Rahmawati. 2020. Potensi antagonis isolat bakteri *Bacillus* spp. asal rizosfer tanaman lada (*Piper nigrum* L.) sebagai agen pengendali jamur *Fusarium* sp. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 5(1): 111–120. DOI: 10.20956/bioma.v5i1.9923.
- Gamalero, E, and BR Glick. 2020. The use of Plant Growth-Promoting Bacteria to prevent nematode damage to plants. *Biology*. 9(11): 381. DOI: 10.3390/biology9110381.
- Hadiwiyono, H, F Fitriana, SH Poromarto, dan VR Cahyani. 2023. Kompatibilitas dan efektivitas *Azospirillum* dan *Streptomyces* untuk mengendalikan penyakit moler pada bawang merah di Alfisol Jumantono. *Jurnal Agrikultura*. 34(3): 495–508. DOI: 10.24198/agrikultura.v34i3.50413.
- Hahuly, MV, S Christanti, W Arif, S Siti, and H Stephen. 2018. Identification of purple blotch pathogen of shallot by PCR using specific primer for *Alternaria* gGenus. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 51(3-4): 1–19. DOI: 10.1080/03235408.2017.1384196.
- Hikmahwati, H, MR Auliah, Ramlah, dan Fitrianti. 2020. Identifikasi cendawan penyebab penyakit moler pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Enrekang. *Agrgovital: Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2): 83–86. DOI: 10.35329/agrovital.v5i2.1745.
- Hollensteiner, J, F Wemheuer, R Harting, AM Kolarzyk, SM Diaz Valerio, A Poehlein, and H Liesegang. 2017. *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus weihenstephanensis* inhibit the growth of phytopathogenic *Verticillium* species. *Frontiers in Microbiology*. 7: 2171. DOI: 10.3389/fmicb.2016.02171.
- Hyakumachi, M, M Nishimura, T Arakawa, S Asano, S Yoshida, S Tsushima, and H Takahashi. 2013. *Bacillus thuringiensis* suppresses bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* with systemic induction of defense-related gene expression in tomato. *Microbes and Environments*. 28 (1):128–134. doi: 10.1264/jsme2.me12162.
- Janahiraman, V, R Anandham, SW Kwon, S Sundaram, V Karthik Pandi, R Krishnamoorthy, K Kim, S Samaddar, and T Sa. 2016. Control of wilt and rot pathogens of tomato by antagonistic pink pigmented facultative methylotrophic *Delftia lacustris* and *Bacillus* spp. *Frontiers in Plant Science*. 7: 1626. DOI: 10.3389/fpls.2016.01626.

- Klement, Z, K Rudolph, and DC Sands. 1990. *Methods in Phytobacteriology*. Akademiai Kiado. Budapest.
- Kuan, KB, R Othman, K Abdul Rahim, and ZH Shamsuddin. 2016. Plant growth-promoting rhizobacteria inoculation to enhance vegetative growth, nitrogen fixation and nitrogen remobilisation of maize under greenhouse conditions. *PloS One*. 11(3): e0152478. DOI: 10.1371/journal.pone.0152478.
- Kwon, JH, B Kang, JS Moon, O Choi, Y Lee, and J Kim. 2021. First report of rust on onion caused by *Puccinia allii* in Korea. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 43(s2): 347–351. DOI: 10.1080/07060661.2021.1951842.
- Madriz-Ordeñana, K, S Pazarlar, HJL Jørgensen, TK Nielsen, Y Zhang, KL Nielsen, LH Hansen, and H Thordal-Christensen. 2022. The *Bacillus cereus* strain EC9 primes the plant immune system for superior biocontrol of *Fusarium oxysporum*. *Plants*. 11(5): 687. DOI: 10.3390/plants11050687.
- Miljaković, D, J Marinković, and S Balešević-Tubić. 2020. The significance of *Bacillus* spp. in disease suppression and growth promotion of field and vegetable crops. *Microorganisms*. 8(7): 1037. DOI: 10.3390/microorganisms8071037.
- Muthukumar, G, R Udhayakumar, M Ayyandurai, A Muthukumar, and R Rahila. 2023. Assessing the in vitro efficacy of biocontrol agents and oil cakes against basal rot of onion incited by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. *Journal of Applied and Natural Science*. 15(1): 203–210. DOI: 10.31018/jans.v15i1.4170.
- Novitasari, WD, dan A Munif. 2020. Potensi beberapa isolat bakteri endofit untuk biokontrol *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* pada tanaman bawang merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 16(5): 227–234. DOI: 10.14692/jfi.16.5.
- Phuong, LL, EC Lina, and Y Yanti. 2022. Nanoemulsion from *Piper aduncum*, *Cymbopogon nardus*, and *Bacillus thuringiensis* to control *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*. *International Journal of Agricultural Sciences*. 6(2): 95–103. DOI: 10.25077/ijasc.6.2.95-103.2022.
- Prabowo, YH, F Widiyanti, dan N Istifadah. 2020. Penekanan penyakit busuk pangkal (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*) pada bawang merah oleh beberapa jenis bahan organik. *Jurnal Agrikultura*. 31(2): 145–156. DOI: 10.24198/agrikultura.v31i2.28876.
- Prakoso, EB, S Wiyatingsih, H Nirwanto. 2016. Uji ketahanan berbagai kultivar bawang merah (*Allium ascalonicum*) terhadap infeksi penyakit moler (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*). *Berkala Ilmiah Agroteknologi-Plumula*. 5(1): 10–20.
- Purba, KS, K Khalimi, NW Suniti. 2021. Uji aktivitas antijamur *Bacillus cereus* terhadap *Colletotrichum fructicola* KRCR penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 10(1): 50–58.
- Romera, FJ, MJ García, C Lucena, A Martínez-Medina, MA Aparicio, J Ramos, E Alcántara, M Angulo, and R Pérez-Vicente. 2019. Induced systemic resistance (ISR) and Fe deficiency responses in dicot plants. *Frontiers in Plant Science*. 10: 287. DOI: 10.3389/fpls.2019.00287.
- Ruan, J, Y Zhou, M Zhou, J Yan, M Khurshid, W Weng, J Cheng, and K Zhang, K. 2019. Jasmonic acid signaling pathway in plants. *International Journal of Molecular Sciences*. 20(10): 2479. DOI: 10.3390/ijms20102479.
- Sihombing, Y, M Mardiharini, C Indrawanto, W Wasito, H Hermawan, J Mulyono, dan SF Purba. 2023. Analisis efektivitas diseminasi inovasi pertanian komoditas bawang merah (Studi kasus: Tiga daerah sentra produksi bawang merah di Indonesia). *Jurnal Agrikultura*. 34(3): 346–357. DOI: 10.24198/agrikultura.v34i3.48909.
- Sari, W, dan SA Inayah. 2020. Inventarisasi penyakit pada dua varietas lokal bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) Bima Brebes dan Trisula. *Pro-STek*. 2(2): 64–71. DOI: <https://doi.org/10.35194/prs.v2i2.1166>.
- Suriani, dan A Muis. 2016. Prospek *Bacillus subtilis* sebagai agen pengendali hayati patogen tular tanah pada tanaman jagung. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 35(1): 37–45. DOI: 10.21082/jp3.v35n1.2016.p37-45.
- Trisnawati, Y, E Kustanti, dan I Muttaqien. 2021. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Bawang Merah. Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian. Bogor.
- Wartono, H, NH Emilia, L Djaya, dan E Yulia. 2021. *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus* sp. (CK U3) dalam serat karbon dan silika nano menekan pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp.

- Lycopersici* dan perkembangan penyakit hawar kecambah tomat. Jurnal Agrikultura. 32(2): 135–145.
DOI: <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i2.33387>.
- Xu, M, J Sheng, L Chen, Y Men, L Gan, S Guo, and L Shen. 2014. Bacterial community compositions of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) seeds and plant growth promoting activity of ACC deaminase producing *Bacillus subtilis* (HYT-12-1) on tomato seedlings. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 30(3): 835–845. DOI: 10.1007/s11274-013-1486-y.
- Yanti, Y, H Hasmiandy, and Reflin. 2018. Indigenous rhizobacteria screening from tomato to control *Ralstonia syzigii* subsp. *indonesiensis* and promote plant growth rate and yield. Journal HPT Tropika 18(2): 177–185. DOI : 10.23960/j.hptt.218177-185.
- Yanti, Y, H Hamid, Nurbailis, dan MP Tanjung. 2022a. Potensi plant growth promoting bacteria (PGPB) untuk meningkatkan ketahanan bawang merah terhadap *Xanthomonas axonopodis* pv. alii. National Multidisciplinary Sciences. 1(2): 204–210. DOI: 10.32528/nms.v1i2.57.
- Yanti, Y, H Hamid, Nurbailis, and NL Suriani. 2022b. Biological activity of indigenous selected plant growth promoting rhizobacteria isolates and their ability to improve the growth traits of shallot (*Allium ascalonicum* L.). Philippine Journal of Science. 151(6B): 2327–2340. DOI: 10.56899/151.6B.03.
- Yu, Y, Y Gui, Z Li, C Jiang, J Guo, and D Niu. 2022. Induced systemic resistance for improving plant immunity by beneficial microbes. Plants. 11(3): 386. DOI: 10.3390/plants11030386.