

Potensi *Paenibacillus polymyxa* pada Media Molase terhadap Penyakit Layu Akibat *Fusarium* sp. pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Potential of *Paenibacillus polymyxa* in Molasses Media against Fusarium Wilt Disease (*Fusarium* sp.) in Cayenne Pepper Plants (*Capsicum frutescens* L.)

*Aning Nur Syiami, Penta Suryaminarsih, Tri Mujoko

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

KATA KUNCI

Fusarium sp.,
Molasses,
Paenibacillus polymyxa,
Pepper Plants

HISTORI ARTIKEL

Diterima : 29-05-2024
Direvisi : 26-01-2025
Diterbitkan: 12-03-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ABSTRAK

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) adalah salah satu tanaman yang bernilai ekonomis tinggi. Produktivitas tanaman cabai rawit seringkali terhambat oleh penyakit layu Fusarium sehingga memerlukan upaya pengendalian. *Paenibacillus polymyxa* merupakan bakteri antagonis yang dapat mengendalikan patogen penyebab Layu Fusarium (*Fusarium* sp.). Penelitian bertujuan untuk mengetahui potensi *P. polymyxa* pada media pembawa molase terhadap penyakit layu (*Fusarium* sp.) tanaman cabai rawit dan mengetahui konsentrasi media pembawa molase yang efektif bagi *P. polymyxa* dalam mengendalikan penyakit layu (*Fusarium* sp.). Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 4 taraf perlakuan dan menggunakan 4 ulangan. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil uji percobaan dilakukan uji lanjutan dengan BNJ 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *P. polymyxa* + molase 30% efektif dalam menghambat dan menekan infeksi *Fusarium* sp. pada tanaman cabai rawit.

ABSTRACT

Cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) is one of the economically valuable plants. However, its productivity is often hindered by Fusarium wilt disease, necessitating control measures. *Paenibacillus polymyxa* is an antagonistic bacterium capable of controlling the pathogen causing Fusarium wilt (*Fusarium* sp.). This study aims to determine the potential of *P. polymyxa* in a molasses carrier medium against Fusarium wilt (*Fusarium* sp.) in chili pepper plants and to identify the effective concentration of the molasses carrier medium for *Paenibacillus P.* in controlling the disease. The research was designed using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatment levels and four replications. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and followed by the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% level. The experimental results were further tested using the 5% LSD test. The findings indicate that the application of *P. polymyxa* with 30% molasses is effective in inhibiting and suppressing *Fusarium* sp. infection in chili pepper plants.

How to Cite:

Syiami, A. N., Suryaminarsih, P., Mujoko, T. (2025). Potensi *Paenibacillus polymyxa* pada Media Molase terhadap Penyakit Layu Akibat *Fusarium* sp. pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 13(1), 27-34. <https://doi.org/10.33005/plumula.v13i1.221>

***Author Correspondent:**

Email: 17025010145@student.upnjatim.ac.id

PENDAHULUAN

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) adalah salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Produksi cabai rawit mengalami peningkatan dari tahun ke tahun sejalan dengan peningkatan kebutuhan cabai rawit dalam rumah tangga maupun industri (Isini dkk., 2022). Proses produksi cabai rawit seringkali terkendala oleh serangan penyakit layu. Salah satu penyebab penyakit layu yang menyerang tanaman cabai adalah penyakit layu Fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. (Djajakirana & Sijabat, 2022). Infeksi *Fusarium* sp. menyebabkan gejala layu mulai dari batang hingga daun pada tanaman cabai. Serangan yang parah dapat menyebabkan tanaman mati dan mengalami gagal panen (Nurkarimah dkk., 2023). Untuk menghindari dampak gagal panen akibat penyakit layu Fusarium, maka diperlukan upaya pengendalian yang tepat dan tetap menjaga kelestarian lingkungan. Upaya pengendalian yang ramah lingkungan merupakan komponen yang sangat penting dalam pengendalian secara terpadu. Pengendalian secara biologi merupakan salah satu jenis dari pengendalian yang ramah lingkungan.

Pengendalian secara biologi dilakukan dengan cara memanfaatkan agensia hayati seperti bakteri antagonis. Bakteri antagonis yang bisa dimanfaatkan dalam pengendalian penyakit layu Fusarium salah satunya adalah *Paenibacillus polymyxa* (Yogaswara dkk., 2023). Bakteri *P. polymyxa* merupakan bakteri antagonis gram positif yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam glukosa dan dapat tumbuh pada pH 5-7. *Paenibacillus polymyxa* sebagai agensia hayati menghasilkan senyawa antibiotik seperti Fusaricidin dan Polymyxin yang dapat mengendalikan keberadaan patogen tanaman (Yaoyao dkk., 2017). Penelitian sebelumnya juga menjelaskan bahwa *P. polymyxa* memiliki peran lain sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Penggunaan *P. polymyxa* pada komoditas lain seperti tanaman padi dapat meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif serta menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri (Komariah & Mustika, 2017). Bakteri *P. polymyxa* juga mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti yang dihasilkan oleh tanaman yaitu senyawa indole-3-acetic acid (IAA) sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman (Sun dkk., 2022).

Pengaplikasian agen hayati di lapang dapat mengalami kendala akibat pengaruh faktor lingkungan, kompetisi, dan kekurangan sumber nutrisi (Abd-Elgawad & Askary, 2020). Oleh karena itu, diperlukan formulasi dengan media pembawa dengan tujuan untuk memperpanjang kemampuan agen hayati bertahan hidup dan memudahkan aplikasi di lapangan. Menurut Ridwan dkk. (2015), salah satu formulasi yang tepat adalah formulasi cair menggunakan media pembawa molase. Molase merupakan hasil sampingan dari industri gula yang banyak tersebar di Indonesia. Kandungan gula dalam molase merupakan sumber nutrisi bagi bakteri untuk bertahan hidup. Formulasi cair dari agensia hayati yang terkandung dalam molase juga dapat memudahkan proses aplikasi dan penyimpanan secara jangka panjang (Ridwan dkk., 2015; Sari dkk., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *Paenibacillus polymyxa* pada media pembawa molase terhadap penyakit layu (*Fusarium* sp.) tanaman cabai rawit dan mengetahui konsentrasi media pembawa molase yang efektif bagi *Paenibacillus polymyxa* dalam mengendalikan penyakit layu Fusarium.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman UPN "Veteran" Jawa Timur, dan Lahan Stasiun Klimatologi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur. Penelitian dimulai pada bulan Januari sampai Maret 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain cawan petri, tabung reaksi, mikroskop, autoclave, *Laminar Air Flow* (LAF) jarum ose, bor T, mikropipet dan tip, gelas beaker, erlenmeyer, penggaris, pengaduk kaca, jarum suntik, botol semprot, gunting, dan cetok. Bahan yang digunakan adalah isolat *Paenibacillus polymyxa*, isolat *Fusarium* sp, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Sodium Agar* (NA), media Ekstrak Kentang Gula (EKG), molase, aquadest, alkohol 70%, bibit cabai rawit sehat usia 30 hari setelah semai, polybag ukuran 30cm x 30cm, tanah, kompos, dan air.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan uji secara *in vivo*. Rancangan penelitian yang digunakan pada uji *in vivo* adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan diulang sebanyak empat kali sehingga terdapat 16 unit percobaan dan masing-masing unit terdapat 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan di antaranya:

P₀: *Paenibacillus polymyxa* + media EKG

P₁: *Paenibacillus polymyxa* + molase konsentrasi 10%

P₂: *Paenibacillus polymyxa* + molase konsentrasi 20%

P₃: *Paenibacillus polymyxa* + molase konsentrasi 30%

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Media Pembawa Molase

Molase atau tetes tebu merupakan produk sisa atau limbah pada proses pengolahan tebu menjadi gula. Molase diperoleh dari hasil pemisahan sirup *low grade* dimana gula dalam sirup tersebut tidak dapat dikristalkan lagi karena mengandung glukosa dan fruktosa. Molase dapat digunakan sebagai sumber energi untuk mikroba. Formulasi cair dibuat dengan membuat suspensi dari satu buah tabung reaksi bakteri *P. polymyxa* berumur 5 hari setelah inokulasi dalam akuades sebanyak 100 ml. Selanjutnya suspensi bakteri tersebut ditambahkan dalam 20 ml molase masing-masing konsentrasi 10%, 20%, dan 30%.

Uji *In Vivo*

Pengujian *In Vivo* dilakukan dengan mengaplikasikan masing-masing perlakuan pada bibit tanaman cabai rawit. Media tanam yang digunakan adalah tanah dan kompos dengan perbandingan 2:1. Media tanam disterilkan dengan cara dikukus. Media yang sudah steril selanjutnya dimasukkan ke dalam polybag. Inokulasi jamur *Fusarium* sp. konsentrasi 10⁶ per ml ke dalam tanah yang telah disterilkan dilakukan dengan menyuntikkan suspensi jamur ke dalam media tanam sebanyak 25 ml per polybag. Perendaman bibit usia 30 hari dilakukan selama 30 menit dengan masing-masing perlakuan. Selanjutnya, bibit ditanam ke dalam media tanam pada polybag. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan melakukan penyiraman yang disesuaikan dengan kelembaban tanah dan pemupukan dengan pupuk NPK 2 gram per tanaman yang dilakukan setiap dua minggu sekali (Purwanto, 2020).

Parameter Pengamatan

Masa Inkubasi

Pengamatan dilakukan dengan mencatat awal muncul gejala *Fusarium* sp. pada tanaman cabai rawit setelah tanam yang ditandai dengan menguningnya daun dari bawah dan sedikit layu sedangkan pada tanaman sehat tidak menunjukkan gejala tersebut.

Intensitas Penyakit

Pengamatan dilakukan dengan mengamati perkembangan gejala penyakit Layu *Fusarium* setiap seminggu sekali, mulai 1-4 minggu setelah bibit ditanam. berdasarkan Tabel 1. Perhitungan intensitas penyakit dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IP = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

keterangan :

IP : Intensitas serangan penyakit (%)

n : Jumlah tanaman setiap kategori serangan

v : Nilai skala setiap kategori serangan

Z : Nilai skala dari kategori serangan tertinggi

N : Jumlah tanaman yang diamati

Tabel 1. Skala Penilaian Kerusakan Tanaman

Nilai Skala	Keadaan Tanaman
0	tidak ada gejala
1	1–10% daun layu
2	11–30% daun layu
3	31–60% daun layu
4	61% - 99% daun layu
5	semua daun layu

Sumber: (Wati dkk., 2020)

Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun tanaman cabai rawit dilakukan setiap satu minggu sekali dari mulai tanam hingga minggu keempat setelah tanam. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang telah membuka sempurna.

Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali dari mulai tanam hingga minggu keempat setelah tanam, dengan cara mengukur tinggi tanaman dari atas permukaan media tumbuh sampai titik tumbuh tertinggi dengan menggunakan penggaris dalam satuan cm.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA) dan dilakukan dengan uji F pada tingkat kesalahan 5%, untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang diaplikasikan. Kemudian apabila terdapat perbedaan nyata dari perlakuan maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada tingkat kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa Inkubasi

Hasil pengamatan masa inkubasi pada analisa sidik ragam menunjukkan bahwa masing-masing hasil perlakuan menunjukkan perbedaan nyata yang dapat dilihat pada Tabel 2. Tanaman cabai rawit dengan perlakuan P₃ (*Paenibacillus polomyxa* dan molase konsentrasi 30%) memiliki masa inkubasi paling lama yaitu 6,75 hari sedangkan masa inkubasi paling singkat ditunjukkan oleh tanaman dengan perlakuan P₀ kontrol (*Paenibacillus polomyxa* dan EKG) yang memiliki rerata 3,25 hari. Masa inkubasi yang lama pada tanaman dengan perlakuan *P. polomyxa* dan molase konsentrasi 30% diindikasikan sebagai tingginya ketahanan tanaman dalam menghadapi infeksi *Fusarium*. Ketahanan yang lebih baik tersebut disebabkan oleh tingginya kesempatan bertahan hidup *P. polomyxa* yang ditunjang dengan tingginya konsentrasi molase sebagai media pembawa yang menjadi sumber nutrisi mikroorganisme tersebut. Molase mengandung karbohidrat dalam bentuk sukrosa, glukosa dan fruktosa yang merupakan komponen dasar yang dibutuhkan mikroorganisme sebagai sumber energi (Sari dkk., 2022).

Tingginya sumber nutrisi yang tersedia juga memungkinkan *P. polomyxa* untuk berkembangbiak pada perakaran tanaman dan bersimbiosis dengan tanaman. Menurut Doan dkk., (2024), kondisi yang ideal dapat beraktivitas dengan baik pada kondisi yang ideal khususnya oleh keberadaan substrat/sumber energi. Hasil penelitian Li & Chen (2023) menjelaskan bahwa *P. polomyxa* menghasilkan Fusaricidin yang dapat menghambat patogen *Fusarium* sp.. Sehingga, semakin tinggi jumlah populasi *P. polomyxa* akan meningkatkan daya hambat terhadap perkembangan penyakit *Fusarium* yang digambarkan oleh semakin lama waktu inkubasi *Fusarium* untuk menginfeksi tanaman cabai rawit.

Tabel 2. Masa Inkubasi *Fusarium* sp. pada Tanaman Cabai Rawit

Perlakuan	Rerata hari
P ₀ (<i>Paenibacillus polomyxa</i> + Media EKG)	3,25 a
P ₁ (<i>Paenibacillus polomyxa</i> + Molase 10%)	3,75 ab
P ₂ (<i>Paenibacillus polomyxa</i> + Molase 20%)	4,75 b
P ₃ (<i>Paenibacillus polomyxa</i> + Molase 30%)	6,75 c
BNJ 5%	1,26

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Sumber: Data Diolah, 2024



Gambar 1. Gejala layu Fusarium, (a) umur 7 HST (b) 14 HST, dan (c) 21 HST

Berdasarkan hasil pengamatan pada kondisi fisik tanaman pada masa inkubasi, batang tanaman akan tetap keras dan hijau pada bagian luar, tetapi pada jaringan vaskular tanaman terjadi diskolorasi berupa luka sempit berwarna cokelat (Gambar 1a). Gejala serangan *Fusarium* sp. juga menyebabkan tulang-tulang daun sebelah atas menjadi pucat, tangkai daun merunduk dan tanaman menjadi layu (Gambar 1b). Tanaman akan mengalami layu secara keseluruhan dalam kurun waktu 14–21 hari setelah terinfeksi (HST) (Gambar 1c). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Kurnia dkk. (2014) bahwa tanaman terinfeksi *Fusarium* sp. mengalami layu keseluruhan dapat diidentifikasi dari kondisi jaringan angkut tanaman yang berubah warna menjadi kuning atau cokelat. Gejala lain yang tampak adalah perubahan warna daun yang semula hijau menjadi kuning. Perubahan warna daun tersebut terjadi secara bertahap dimulai dari daun paling bawah yang dekat dengan permukaan tanah, kemudian mengarah pada daun di atasnya disertai perubahan warna tulang daun yang menjadi pucat dan menjalar ke bagian daun di atasnya hingga menyebabkan tanaman layu secara keseluruhan dan tanaman menjadi rebah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Shaheen dkk. (2021) bahwa proses penguningan pada daun berlanjut ke daun yang lebih muda menuju ke pangkal daun sehingga batang daun ikut mengering dan menjadi layu serta diikuti oleh ukuran daun menjadi kecil karena mengerut dan mulai rusak.

Intensitas Penyakit

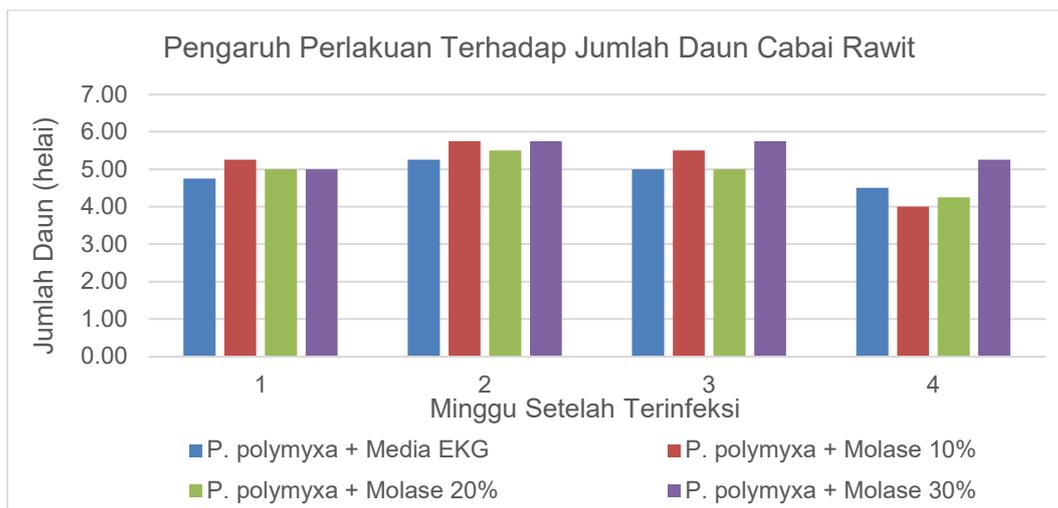
Intensitas penyakit merupakan ukuran berat ringannya tingkat kerusakan tanaman oleh suatu penyakit, baik pada populasi atau individu tanaman. Hasil pengamatan intensitas penyakit pada analisa sidik ragam menunjukkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Pengamatan intensitas penyakit menunjukkan perbedaan nyata pada tiap perlakuan pada minggu pertama, ketiga, dan keempat. Pada pengamatan 1 minggu setelah terinfeksi (MST) intensitas penyakit tertinggi pada perlakuan P₁ sebesar 11,25%, sedangkan tingkat infeksi terendah pada perlakuan P₃ sebesar 0,00% dengan tidak menunjukkan gejala terinfeksi penyakit. Pengamatan pada minggu kedua tidak menunjukkan perbedaan nyata dari tiap perlakuan. Hal ini diduga karena kondisi lingkungan dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi pada minggu kedua pengamatan sehingga meningkatkan pertumbuhan patogen dan penyebaran infeksi penyakit layu. Pada minggu ketiga intensitas tertinggi pada perlakuan P₁ sebesar 25,00% dan terendah pada P₃ sebesar 12,50%. Pada minggu keempat intensitas penyakit tertinggi pada P₁ dengan nilai 45,00%, dan intensitas terendah pada P₃ dengan nilai 16,25%.

Tabel 3. Intensitas Penyakit Layu *Fusarium* sp. pada tanaman cabai rawit

Perlakuan	Intensitas Penyakit (%)			
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
P ₀ (<i>Paenibacillus polymyxa</i> + Media EKG)	6,25 b	15,00	21,25 b	36,25 b
P ₁ (<i>Paenibacillus polymyxa</i> + Molase 10%)	11,25 c	15,00	25,00 bc	45,00 c
P ₂ (<i>Paenibacillus polymyxa</i> + Molase 20%)	7,50 bc	13,75	21,25 bc	30,00 b
P ₃ (<i>Paenibacillus polymyxa</i> + Molase 30%)	0,00 a	10,00	12,50 a	16,25 a
BNJ 5%	4,79	tn	6,20	7,21

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.
Sumber: Data Diolah, 2024



Gambar 2. Jumlah Daun Tanaman Cabai Rawit Selama 1–4 MST

Intensitas penyakit pada perlakuan kombinasi antara *Paenibacillus polymyxa* dan molase 30% (P_3) menunjukkan intensitas penyakit terendah dari minggu pertama sampai minggu keempat pengamatan. Hal tersebut diduga bahwa *P. polymyxa* menghasilkan antibiotik tertentu untuk mengendalikan infeksi patogen *Fusarium* sp. Sesuai pendapat Agrios (2005) menyatakan bahwa agen pengendali hayati tidak memberi peluang pada patogen untuk mencapai populasi yang cukup tinggi hingga dapat menyebabkan tingkat keparahan penyakit yang tinggi. Mülner dkk. (2021) menyatakan bahwa *Paenibacillus polymyxa* dapat menghasilkan antibiotik berupa polimiksin yang mempunyai daya hambat terhadap kegiatan mikroorganisme lainnya. Selain itu, *P. polymyxa* juga menghasilkan Fusaricidin untuk menghambat perkembangan patogen *Fusarium* sp. (Mülner dkk., 2021).

Jumlah Daun

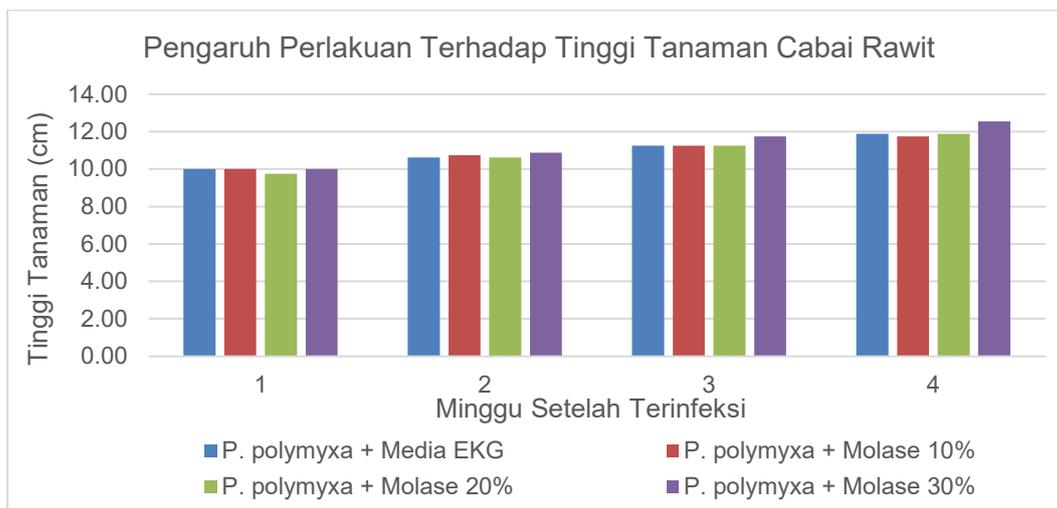
Hasil analisis sidik ragam pada parameter jumlah daun menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan tidak berpengaruh nyata. Rata-rata jumlah daun pada minggu pertama yaitu tertinggi pada perlakuan P_1 dengan nilai 5,25 dan terendah pada perlakuan P_0 dan P_4 dengan nilai 4,75 (Gambar 2). Pada pengamatan minggu kedua dan ketiga rata-rata tertinggi pada perlakuan P_3 dengan 5,75. Pengamatan pada minggu keempat mengalami penurunan jumlah daun dikarenakan beberapa daun yang terserang penyakit mengalami klorosis hingga akhirnya gugur.

Berdasarkan hasil tersebut dapat diduga bahwa infeksi patogen berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan proses penghambatan oleh *P. polymyxa*. Infeksi patogen *Fusarium* sp. mengakibatkan daun gugur lebih awal dikarenakan patogen tersebut dapat menghasilkan toksin yang dapat merusak jaringan daun tumbuhan dan mendorong gugurnya daun (Nurkarimah dkk., 2023). Gugurnya daun akibat infeksi *Fusarium* disebabkan oleh terhambatnya jaringan transpor hara dan air pada tanaman cabai sehingga proses fisiologi tanaman menjadi terganggu. Pengguguran daun oleh tanaman menandakan bahwa tanaman sedang mengalami cekaman kekeringan (Ulya dkk., 2020).

Menurut Ulya dkk. (2020), daun menjadi organ utama dalam kegiatan fotosintesis, semakin luas permukaan daun maka semakin meningkat fotosintat yang terbentuk untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sementara itu, berkurangnya jumlah daun akibat infeksi *Fusarium* berdampak pada berkurangnya luas daun pada tanaman cabai rawit yang diperlakukan tersebut. Berkurangnya luas daun menyebabkan pembentukan daun baru menjadi tidak optimal dikarenakan unsur hara dan air tidak dapat diproses menjadi fotosintat.

Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan tidak memberi pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Perbandingan hasil dari masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 4. Hasil tertinggi pada minggu keempat yaitu perlakuan P_3 dengan rata-rata 12,55 cm dan terendah pada perlakuan P_0 dengan rata-rata 11,88 cm. Serangan penyakit layu *Fusarium* mempengaruhi pertumbuhan tanaman se-



Gambar 3. Tinggi Tanaman Cabai Rawit Selama 1–4 MST

hingga tanaman menjadi abnormal. Penyakit layu *Fusarium* menyerang jaringan transportasi tanaman sehingga proses transportasi nutrisi dan air untuk pertumbuhan tanaman terhambat.

Terhambatnya transportasi nutrisi dan air pada batang tanaman disebabkan oleh aktivitas *Fusarium* sp. pada pembuluh angkut tanaman cabai rawit. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Mukarlina dkk. (2013) bahwa *Fusarium* sp. menghasilkan polipeptida yang teridentifikasi sebagai Likomarasmin. Likomarasmin merupakan toksin yang mengganggu permeabilitas membran plasma tanaman. Enzim yang dihasilkan *Fusarium* tersebut berfungsi memecah pektin yang berada dalam dinding pembuluh xilem tanaman menjadi asam pektat. Selanjutnya, asam pektat masuk ke dalam pembuluh xilem dan membentuk massa koloidal yang dapat menyumbat pembuluh. Sumbatan pada pembuluh angkut secara langsung mengganggu proses fisiologis pada tanaman cabai sehingga nutrisi dan air yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis tidak terdistribusi dengan baik. Dampak dari permasalahan distribusi tersebut berakibat pada rendahnya fotosintat yang dihasilkan (Ulya dkk., 2020). Fotosintat yang rendah menyebabkan pertumbuhan khususnya tinggi tanaman cabai menjadi terhambat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik simpulan bahwa penggunaan *Paenibacillus polymyxa* + molase 30% efektif dalam menghambat dan menekan infeksi *Fusarium* sp. pada tanaman cabai rawit. Kombinasi *paenibacillus* dan molase tidak berpengaruh terhadap jumlah daun dan tinggi tanaman

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Elgawad, M. M. M., & Askary, T. H. (2020). Factors affecting success of biological agents used in controlling the plant-parasitic nematodes. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00215-2>
- Djajakirana, G., & Sijabat, P. H. (2022). Pengaruh Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L) dan Intensitas Serangan Layu *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* Schlechth) Pada Pembibitannya. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 24(2), 62–66. <https://doi.org/10.29244/jilt.24.2.62-66>
- Doan, C. T., Tran, T. N., Pham, T. P., Tran, T. T. T., Truong, B. P., Nguyen, T. T., Nguyen, T. M., Bui, T. Q. H., Nguyen, A. D., & Wang, S.-L. (2024). Production, Purification, and Characterization of a Cellulase from *Paenibacillus elgii*. *Polymers*, 16(14), 2037. <https://doi.org/10.3390/polym16142037>
- Isini, S. F., Indriani, R., & Adam, E. (2022). Analisis Rantai Nilai Komoditas Cabai Rawit di Kecamatan Bulawa Kabupaten Bone Bolango. *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis) : Jurnal Agribisnis Dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 7(5), 146–157. <https://doi.org/10.37149/jia.v7i5.58>
- Komariah, A., & Mustika, E. L. (2017). Pertumbuhan, Hasil dan Toleransi Genotip Padi terhadap Penyakit

- Hawar Daun (Bacterial Leaf Blight) Pada Aplikasi Dosis *Paenibacillus polymyxa* Berbeda. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v4i1.19>
- Kurnia, A. T., Pinem, M. I., & Oemry, S. (2014). Penggunaan Jamur Endofit Untuk Mengendalikan *Fusarium Oxysporum* F.sp. *Capsici* Dan *Alternaria Solani* Secara in Vitro. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(4). <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i4.8466>
- Li, Y., & Chen, S. (2023). Structure modification of an antibiotic: by engineering the fusaricidin bio-synthetase A in *Paenibacillus polymyxa*. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1239958>
- Mukarlina, Khotimah, S., & Rianti, R. (2013). Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) secara in Vitro. *Jurnal Fitomedika*, 7(2), 80–85.
- Mülner, P., Schwarz, E., Dietel, K., Herfort, S., Jähne, J., Lasch, P., Cernava, T., Berg, G., & Vater, J. (2021). Fusaricidins, Polymyxins and Volatiles Produced by *Paenibacillus polymyxa* Strains DSM 32871 and M1. *Pathogens*, 10(11), 1485. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111485>
- Nurkarimah, I., Nurapriliani, R., Regita, Y., Hilmi, F., Sains dan Teknologi, F., Sunan Gunung Djati Bandung, U., & Ekonomi dan Bisnis Islam, F. (2023). Identifikasi Penyakit Layu *Fusarium* Pada Tanaman Cabai Keriting Merah (*Capsicum annum* L.) Dan Upaya Pengendaliannya Di Kampung Hegarmanah Desa Cipinang. *Proceedings UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 4(9), 302–314. <https://proceedings.uinsgd.ac.id/index.php/Proceedings>
- Ridwan, H. M., Nurdin, M., & Ratih, S. (2015). Pengaruh *Paenibacillus Polymyxa* Dan *Pseudomonas Fluorescens* Dalam Molase Terhadap Keterjadian Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis* L.) pada Tanaman Jagung Manis. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1), 144–147. <https://doi.org/10.23960/jat.v3i1.1990>
- Sari, N. I., Nurhidayati, & Djuhari. (2022). Pengaruh Konsentrasi Molase dan Tiga Sumber Inokulan Mikroorganisme Lokal (MOL) Terhadap Populasi Mikroorganisme, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rappa* var. *parachinensis* L.). *J. Agronisma*, 10(2), 1–18.
- Shaheen, N., Khan, U. M., Azhar, M. T., Tan, D. K. Y., Atif, R. M., Israr, M., Yang, S.-H., Chung, G., & Rana, I. A. (2021). Genetics and Genomics of *Fusarium* Wilt of Chillies: A Review. *Agronomy*, 11(11), 2162. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112162>
- Sun, H., Zhang, J., Liu, W., E, W., Wang, X., Li, H., Cui, Y., Zhao, D., Liu, K., Du, B., Ding, Y., & Wang, C. (2022). Identification and combinatorial engineering of indole-3-acetic acid synthetic pathways in *Paenibacillus polymyxa*. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 15(1), 81. <https://doi.org/10.1186/s13068-022-02181-3>
- Ulya, H., Darmanti, S., & Ferniah, R. S. (2020). Pertumbuhan Daun Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) yang Diinfeksi *Fusarium oxysporum* pada Umur Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Akademika Biologi*, 9(1), 1–6.
- Wati, V. R., Yafizham, & Fuskhah, E. (2020). Pengaruh solarisasi tanah dan pemberian dosis *Trichoderma harzianum* dalam pengendalian penyakit layu *Fusarium* pada cabai (*Capsicum annum* L.). *J. Agro Complex*, 4(1), 40–49.
- Yaoyao, E., Yuan, J., Yang, F., Wang, L., Ma, J., Li, J., Pu, X., Raza, W., Huang, Q., & Shen, Q. (2017). PGPR strain *Paenibacillus polymyxa* SQR-21 potentially benefits watermelon growth by re-shaping root protein expression. *AMB Express*, 7(1), 104. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0403-4>
- Yogaswara, M. A., Sondari, N., & Ulfah, I. (2023). Uji Efikasi Berbagai Media Agens Antagonis *Paenibacillus polymyxa* Terhadap Penyakit Bacterial Leaf Blight Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*). *OrchidAgro*, 3(2), 22–28. <https://doi.org/10.35138/orchidagro.v3i2.598>