



Effectiveness of Seed Treatment Using *Paenibacillus* sp. to Control Bacterial Leaf Blight Caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in Rice Plants

Nirmala Putri, Arika Purnawati*, Endang Triwahyu Prasetyawati

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, East Java, Indonesia, 60294

*Corresponding Author: arika_p@upnjatim.ac.id

Received July 05, 2025; revised November 23, 2025; accepted November 30, 2025

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the important food commodities consumed by the Indonesian people. One of the reasons for the decline in rice production is infection by the pathogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*) which causes bacterial leaf blight (BLB) and it's seed-borne pathogen. The purpose of the experiment is to evaluate the effectiveness of seed soaking using *Paenibacillus* sp. to control BLB in rice plants. Efforts to control BLB and improve rice plant growth were carried out by seed treatment using biocontrol agent has potential as biological control for BLB in rice plants by producing antibiotic. This experiment used a Completely Randomized Design with 4 treatments (*control*, *Paenibacillus* sp., *Bacillus* sp. BTH22, *Paenibacillus polymyxa*) and 5 replications. Data analysis was performed using analysis of variance (ANOVA) at a 5% significance level using IBM SPSS Statistics version 22 software. If the analysis results showed significant differences between treatments, an Honestly Significant Difference (HSD) test was performed at the 5% level. The research results showed that seed soaking using *Paenibacillus* sp. was able to reduce the incubation period of HDB disease by up to 11 days, with the lowest disease attack intensity being 10.21%, the highest seed germination rate being 91.25%, and an efficacy level of 53.32%.

Keywords: biological control, seedborne pathogens, seed treatment

Keefektifan Perlakuan Benih Menggunakan *Paenibacillus* sp. untuk Mengendalikan Hawar Daun Bakteri yang Disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada Tanaman Padi

ABSTRAK

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu komoditas pangan penting yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Salah satu penyebab menurunnya produksi padi adalah infeksi patogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*) yang menyebabkan penyakit hawar daun bakteri (HDB) dan merupakan patogen tular benih. Tujuan percobaan adalah untuk mengevaluasi efektivitas perendaman benih menggunakan *Paenibacillus* sp. untuk mengendalikan HDB pada tanaman padi. Upaya pengendalian HDB dilakukan dengan perlakuan benih menggunakan agens biocontrol yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati HDB pada tanaman padi dengan menghasilkan antibiotik. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan (*kontrol*, *Paenibacillus* sp., *Bacillus* sp. BTH22, *Paenibacillus polymyxa*) dan 5 kali ulangan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5% dengan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 22. Jika hasil analisis menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan, dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman benih menggunakan *Paenibacillus* sp. mampu mempersingkat masa inkubasi penyakit HDB hingga 11 hari, dengan intensitas serangan penyakit terendah sebesar 10,21%, daya berkecambah benih tertinggi sebesar 91,25%, dan tingkat efikasi sebesar 53,32%.

Kata Kunci: pengendalian biologi, patogen terbawa benih, perlakuan benih

PENDAHULUAN

Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu komoditas pangan utama masyarakat Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2025), produksi padi tahun 2024 tercatat mencapai 53,14 juta ton GKG, mengalami penurunan sekitar 838,27 ribu ton atau 1,55 persen dibandingkan tahun 2023 yang mencapai 53,98 juta ton GKG. Faktor yang menyebabkan penurunan produksi padi yaitu adanya

infeksi patogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*) penyebab penyakit hawar daun bakteri (HDB) yang menginfeksi benih. Penyakit HDB yang disebabkan oleh *Xoo* mampu menurunkan produksi padi sebesar 30-40% (Hadianto *et al.*, 2016).

Serangan patogen pada benih dapat menurunkan kualitas fisiologis benih, termasuk daya kecambah dan indeks vigor bibit. Patogen ini juga berisiko menginfeksi benih sejak fase perkecambahan

hingga tanaman mencapai fase dewasa, sehingga menyebabkan penurunan produksi tanaman padi (Adiwena, *et al.*, 2021). Benih yang terinfeksi patogen mengakibatkan kecambah tumbuh abnormal sehingga tidak mampu mencapai hasil produksi yang optimal. Dampak negatif dari patogen yang terbawa benih yaitu menurunnya daya kecambah serta meningkatnya benih yang mati akibat senyawa toksik yang ditimbulkan. Selain itu, patogen benih juga dapat menyebabkan kerusakan fisik, seperti perubahan warna dan bentuk benih, peningkatan intensitas serangan penyakit serta penurunan hasil panen (Mulyani *et al.*, 2023).

Upaya yang dilakukan untuk menekan penyakit HDB yaitu dengan penerapan pengendalian hayati menggunakan bakteri yang berperan sebagai biokontrol sebelum tanam. Menurut Ooi *et al.*, (2022) aplikasi bakteri pada fase awal pertumbuhan bibit padi terbukti mampu mencegah penularan penyakit hawar daun bakteri (BLB), menurunkan tingkat keparahan infeksi pada tanaman yang terserang, serta mendukung peningkatan pertumbuhan tanaman. Perlakuan perendaman benih (*seed treatment*) sebelum tanam mampu mengoptimalkan kemampuan benih selama proses perkecambahan, memberikan perlindungan terhadap gangguan atau stres lingkungan, dan menjaga kestabilan kadar air dalam benih (Mulyani *et al.*, 2023). *Seed treatment* menjadi salah satu metode untuk meningkatkan kualitas benih karena tahap perkecambahan menjadi fase awal pertumbuhan vegetatif yang rentan terhadap infeksi patogen, baik patogen yang terbawa tanah maupun patogen yang terbawa benih (Sumadi *et al.*, 2018).

Bakteri agens biokontrol penyakit BLB yang menginfeksi benih dapat diaplikasikan melalui perlakuan *seed treatment* yakni *Paenibacillus* sp. Bakteri *Paenibacillus* memiliki kekerabatan dengan genus *Bacillus* (Padda *et al.*, 2017). Bakteri ini termasuk dalam bakteri yang berperan sebagai agensia hayati dan berpotensi mengendalikan penyakit pada tanaman. Menurut Afzal *et al.*, (2019), bakteri yang termasuk dalam filum *firmicutes* seperti *Paenibacillus* sp. memiliki sifat antagonis terhadap bakteri patogen dengan menghasilkan fitohormon seperti IAA, auksin dan giberelin serta memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Bakteri *Paenibacillus* sp. juga berperan sebagai bakteri endofit dan mampu memfiksasi nitrogen menjadi tersedia bagi tanaman sehingga meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan percobaan dengan tujuan untuk menguji keefektifan bakteri *Paenibacillus* sp. dalam mengendalikan penyakit hawar daun bakteri (BLB) yang menginfeksi benih pada tanaman padi.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan dilaksanakan di screen house Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Jawa Timur mulai Januari-April 2025

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap satu faktor dengan 4 perlakuan, yaitu kontrol (bakterisida yang umum digunakan petani), *Paenibacillus* sp., *Bacillus* sp. BTH22, *Paenibacillus polymyxa* dan masing-masing diulang 5 kali. *Paenibacillus* sp. dan *Paenibacillus polymyxa* diisolasi dari daun tanaman padi yang sehat di sekitar tanaman sakit, diambil dari beberapa titik pada lahan padi di Kecamatan Lakarsantri Kota Surabaya, *Bacillus* sp. BTH22 diisolasi dari tanaman terung sehat di sekitar tanaman terung sakit, ditumbuhkan pada media Nutrient Agar (NA) dan telah dilakukan identifikasi karakteristik secara morfologi, fisiologi, biokimia, mikroskopis.

Benih padi yang digunakan pada penelitian adalah varietas Ciherang. Perlakuan perendaman benih yang digunakan 20 ml/16,6 g benih dengan kerapatan populasi 10⁸ CFU/mL (Sayekti, 2024; Zamzami & Ilyas, 2017).

Pembiakan dan Pembuatan Suspensi Bakteri *Paenibacillus* sp. dan *Xoo*

Sebelum diaplikasikan untuk perlakuan perendaman benih, bakteri *Paenibacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, *Bacillus* BTH22 dan *Xoo* ditumbuhkan pada media NA kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 24–48 jam.

Pembuatan suspensi bakteri *Paenibacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, *Bacillus* BTH22 dan *Xoo* dilakukan dengan mengambil isolat bakteri berumur 24-48 jam kemudian menambahkan aquadest steril sebanyak 10 ml pada tabung reaksi yang berisi isolat bakteri kemudian bakteri dipanen dan dishaker hingga homogen (Hersanti *et al.*, 2019). Selanjutnya dilakukan pengenceran dan ditumbuhkan pada media padat serta diinkubasi selama 24-48 jam. Isolat bakteri yang telah tumbuh kemudian dihitung untuk memperoleh kerapatan populasi 10⁸CFU/mL.

Perendaman Benih Padi

Sebelum ditanam, benih padi varietas Ciherang disterilkan menggunakan NaOCl 1% (3 menit), dibilas 3 kali menggunakan air steril dan dikeringkan (Mondal *et al.*, 2019). Tahap ini bertujuan untuk mensterilkan benih dari kontaminasi mikroorganisme. Benih padi yang akan diuji sebanyak 66 g benih kemudian direndam dalam suspensi bakteri *Xoo* selama 24 jam dan dikeringkan pada suhu ruang. Setelah kering, benih dipisahkan dan direndam kembali dalam suspensi bakteri *Paenibacillus* sp., *Bacillus* sp. BTH22 dan *Paenibacillus polymyxa* masing-masing sebanyak 16,6 gram. Semua perlakuan benih diinkubasi pada suhu 25°C selama 30 jam.

Penanaman Benih Padi

Sebelum benih ditanam, media tanam yang digunakan disterilisasi untuk menghilangkan kontaminasi mikroorganisme. Sterilisasi dilakukan dengan menambahkan formalin 5% dengan dosis 750

ml untuk 30 kg tanah. Larutan formalin tersebut disemprotkan secara merata ke permukaan tanah, kemudian dicampur hingga homogen (Bako *et al.*, 2023). Selanjutnya tanah ditutup menggunakan penutup plastik dalam jangka waktu 7 hari kemudian tanah dikering anginkan agar formalin menguap (Sianipar *et al.*, 2019). Tanah yang telah disterilisasi kemudian dipindahkan kedalam plastik pembibitan dan polybag ukuran 30 x 30 cm sebanyak 2 kg/polybag. Selanjutnya benih disemai pada plastik yang berisi tanah hingga berumur 15 hari. Bibit yang berkecambah normal, tumbuh dengan baik dan memiliki tinggi yang seragam selanjutnya dipindah tanam pada media polybag dan diamati sesuai variabel pengamatan.

Variabel Pengamatan

Masa Inkubasi Penyakit

Gejala kerusakan atau gejala penyakit pada benih padi diamati setiap hari mulai 1 hari setelah perendaman. Masa inkubasi adalah waktu sejak perendaman hingga munculnya gejala pada kecambah/semay padi yang telah diberi perlakuan. (Carsono *et al.*, 2021).

Intensitas Penyakit (%)

Pengamatan gejala infeksi dilakukan setiap hari setelah inokulasi *Xoo* sampai timbul gejala awal penyakit, selanjutnya gejala diamati setiap 7 hari sebanyak 8 kali pengamatan, dengan menentukan skor kerusakan daun. Intensitas penyakit dihitung berdasarkan rumus (Prasetyani, 2023) berikut :

$$I = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{N \times Z} \times 100\%$$

Keterangan:

I : intensitas serangan penyakit

n_i : jumlah daun dari tiap skor kerusakan

v_i : skor kerusakan

N : jumlah total daun yang diamati

Z : nilai kerusakan tertinggi

Nilai skor kerusakan daun akibat infeksi *Xoo* yang digunakan menurut (Defitri, 2021) yaitu :

0 : kerusakan 0% (tidak gejala kerusakan)

1 : 1-25% (sangat ringan)

2 : 26-50% (ringan)

3 : 51-75% (sedang)

4 : 75-100% (berat)

Daya Perkecambahan (%)

Persentase daya perkecambahan (%) dihitung benih yang berkecambah normal. Benih yang mengalami perkecambahan normal yang ditandai dengan adanya pertumbuhan akar yang baik, yaitu pada bagian akar primer dan sekunder, serta tidak terdapat kerusakan pada bagian hipokotil maupun plumula (Maulidia *et al.*, 2024). Jumlah benih yang berkecambah dihitung pada hari ke-7 setelah perlakuan daya perkecambahan dihitung menggunakan rumus (Azmi *et al.*, 2022) sebagai berikut:

$$DB = \frac{\sum \text{benih yang berkecambah normal}}{\sum \text{Benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

Kecepatan Tumbuh

Kecepatan tumbuh (%/etmal) diperoleh dari penjumlahan laju pertumbuhan harian, yang diukur melalui persentase kecambah normal setiap harinya selama 7 hari sejak perlakuan. Kecepatan tumbuh menggunakan rumus (Tefa, 2017) berikut :

$$KCT = \left(\% \frac{KN}{etmal} \right) = \sum_0^{tn} \frac{N}{t}$$

Keterangan:

KCT = kecepatan tumbuh

t = waktu pengamatan ke-i

N = persentase benih berkecambah normal setiap waktu pengamatan

t_n = waktu akhir pengamatan (hari ke-7)

1 etmal = 1 hari

Indeks Vigor (%)

Indeks vigor (IV) ditentukan dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal pada pengamatan pertama yaitu pada 7 HSS. Benih normal ditandai pertumbuhan akar yang baik, pada akar primer dan sekunder, serta tidak terdapat kerusakan benih. Perhitungan IV menggunakan rumus (Tefa, 2017) sebagai berikut:

$$IV = \frac{\sum \text{Kecambah normal pada hitungan pertama}}{\sum \text{Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Tingkat Efikasi (%)

Tingkat efikasi aplikasi bakteri *Paenibacillus* sp. terhadap bakteri *Xanthomonas* sp. berdasarkan rumus (Rismawati & Ismed, 2024) :

$$EP = \frac{(IPK - IPP)}{IPK} \times 100\%$$

Keterangan:

EP : tingkat efikasi (%)

IPK : intensitas serangan pada plot uji kontrol

IPP : intensitas serangan pada plot setelah perlakuan perendaman bakteri *Paenibacillus* sp. setiap 7 – 55 HST.

Hasil perhitungan tingkat efikasi kemudian dikategorikan berdasarkan kemampuannya menurut (Saridewi *et al.*, 2020) yaitu :

0% : tidak efektif

1 -20% : sangat kurang efektif

21-40% : kurang efektif

41-60% : cukup efektif

61-80% : efektif

>80% : sangat efektif

Analisis Data

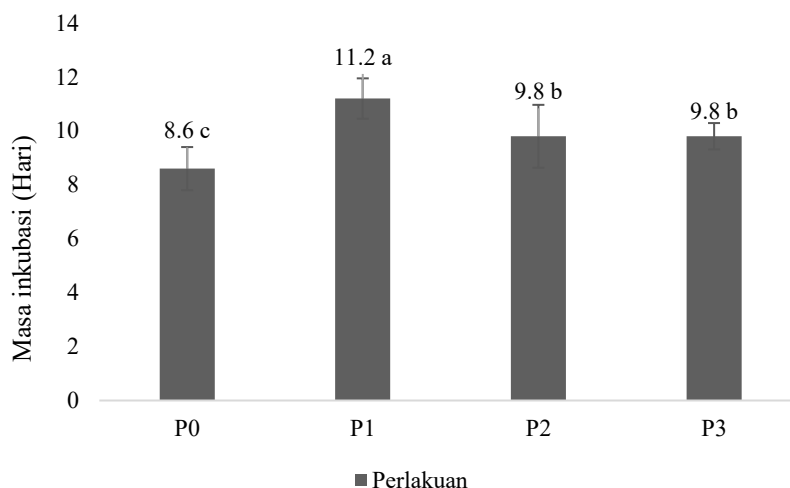
Analisis data dilakukan melalui analisis varians (ANOVA) pada taraf 5%, menggunakan IBM SPSS Statistics versi 22. Uji BNJ 5% digunakan sebagai analisis lanjut bila terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa Inkubasi

Perlakuan perendaman benih menggunakan agens hayati *Paenibacillus* sp., *Bacillus* sp. BTH22 dan *Paenibacillus polymyxa* mampu memperlambat masa inkubasi penyakit HDB dibandingkan kontrol menggunakan bakterisida (Gambar 1). Penelitian Grady *et al.*, (2016) menjelaskan bakteri yang

termasuk dalam genus *Paenibacillus* mampu menghasilkan senyawa antimikroba dan membantu mengendalikan fitopatogen dengan memicu *Resistensi Sistemik yang Diinduksi* (ISR) dan menghasilkan zat yang berperan sebagai biokontrol pada tanaman. Selain itu, agens hayati dari kelompok *Bacillus* spp. juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas* sp. yang menginfeksi benih padi.



Gambar 1. Histogram Masa Inkubasi Penyakit Hawar Daun Bakteri

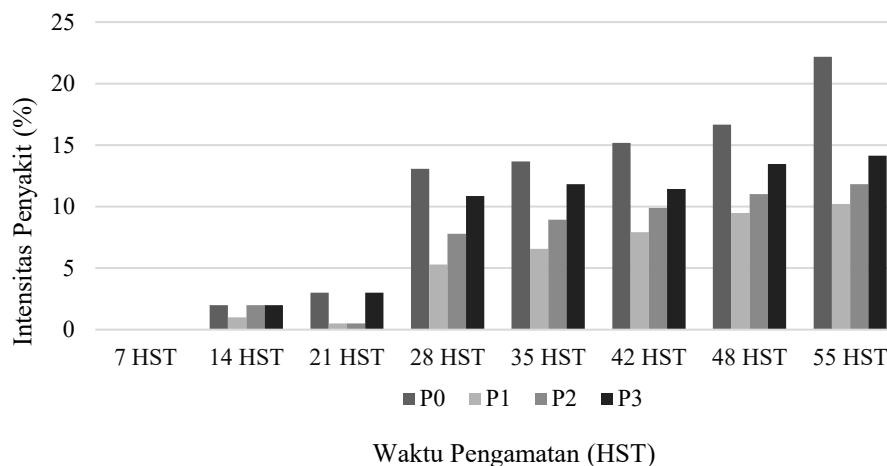
Intensitas Penyakit Hawar Daun Bakteri Pada Tanaman Padi

Intensitas penyakit dilihat dari masa inkubasi bakteri tersebut dalam menimbulkan gejala. Berdasarkan Gambar 5 intensitas penyakit terendah pada pengamatan hari ke-7 hingga 55 HST yaitu perlakuan *Paenibacillus* sp. sebesar 10,21% diikuti perlakuan P2 *Bacillus* BTH 22 sebesar 11, 83%. Hasil analisis parameter intensitas penyakit menunjukkan intensitas penyakit terendah pada pengamatan hari ke 7 hingga 55 HST yakni perlakuan P1 *Paenibacillus* sp. sebesar 10,21% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2 yakni *Bacillus* BTH 22 yang telah diujikan pada penyakit hawar daun bakteri. Perlakuan perendaman benih pada perlakuan P1 menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan P0 dengan intensitas tertinggi pada 55 HST yakni sebesar 22,17%. Hal ini menunjukkan perlakuan perendaman benih menggunakan bakteri *Paenibacillus* sp. cukup efektif dalam menekan penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas* sp. pada awal persemaian hingga 21 HST setelah fase pembibitan dibandingkan dengan perlakuan P0 menggunakan bakterisida yang umum digunakan oleh petani.

Hasil pengamatan intensitas penyakit juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada perlakuan P2 dan P3. Hal ini disebabkan kedua perlakuan menggunakan bakteri *Bacillus* BTH 22 dan *Paenibacillus polymyxa* juga berperan sebagai agens

hayati untuk mengendalikan penyakit. (Lestari *et al.*, 2022) menjelaskan *Bacillus* mampu memicu produksi senyawa yang berperan dalam memperkuat pertahanan tanaman terhadap patogen dipengaruhi oleh senyawa lipopolisakarida dan asam salisilat yang dihasilkan. Selain itu, bakteri *Paenibacillus polymyxa* juga berpotensi menekan pertumbuhan patogen dengan menghasilkan enzim kitinase dan β -1,3 glukanase sehingga dapat dijadikan sebagai agens biokontrol penyakit pada tanaman (Jannah *et al.*, 2023).

Hal ini menunjukkan bakteri *Paenibacillus* sp. cukup mampu menekan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas* sp. didukung oleh kemampuan bakteri tersebut dalam menghasilkan antibiotik sehingga mampu menekan penyakit yang menyerang tanaman padi. (Liu *et al.*, 2019) menjelaskan strain *Paenibacillus* mampu menghasilkan antibiosis dan mampu menghambat beberapa fitopatogen yang menyerang tanaman. Bakteri *Paenibacillus* juga mampu mengendalikan serangan fitopatogen dengan memicu resistensi sistemik yang diinduksi (ISR) dan memproduksi berbagai zat yang berperan sebagai biokontrol dan antimikroba pada tanaman. Antimikroba yang diproduksi oleh *Paenibacillus* meliputi peptida, enzim, dan senyawa organik volatil (VOC). VOC dapat meningkatkan interaksi antara mikroorganisme yang ada didalam tanah sehingga mampu menekan serangan patogen yang menyerang tanaman (Grady *et al.*, 2016).

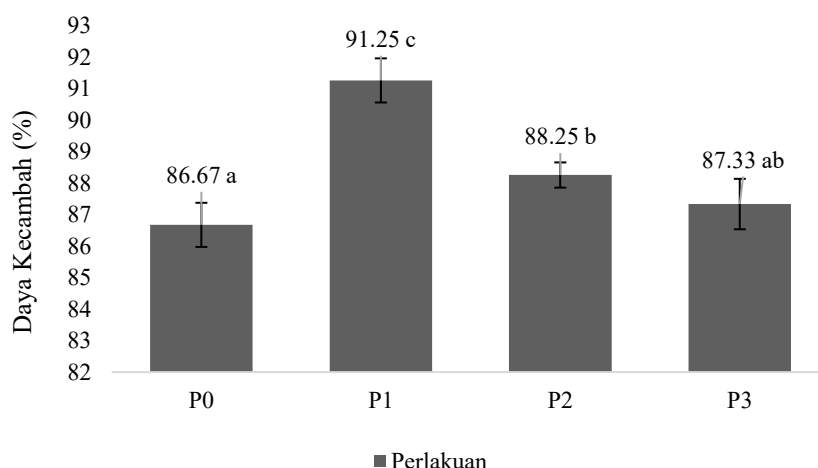


Gambar 2. Histogram Intensitas Penyakit Hawar Daun Bakteri

Daya Perkecambahan

Berdasarkan variabel daya perkecambahan, presentase berkecambah menunjukkan perlakuan perendaman benih P1, P2, dan P3 masing-masing mampu menghasilkan presentase daya perkecambahan yang tinggi. Presentase daya kecambah tertinggi terdapat pada perlakuan P1 *Paenibacillus* sp. sebesar 91,25% dan hasil terendah pada perlakuan P0 Bakterisida sebesar 86,67%. Hal ini menunjukkan perlakuan perendaman benih menggunakan agens hayati memiliki presentase daya kecambah yang tinggi dibandingkan perlakuan P0 menggunakan bakterisida. Perlakuan perendaman benih menggunakan bakteri *Paenibacillus* sp. berkontribusi meningkatkan pertumbuhan tanaman karena bakteri menghasilkan hormon IAA yang berfungsi sebagai pemacu tumbuh, mengkolonisasi akar, dan berpotensi sebagai agen pengendali hayati bagi tanaman (Almirón et al., 2025).

Selain itu, perlakuan perendaman benih menggunakan agens hayati pada perlakuan P2 *Bacillus* BTH 22 dan P3 *Paenibacillus polymyxa* juga memiliki presentase yang tinggi sebesar 88,25% dan 87,33%. Hal ini menunjukkan aplikasi perendaman benih menggunakan bakteri *Bacillus* dapat memicu pertumbuhan akar dan tunas pada tanaman, dan meningkatkan perkecambahan benih (Hartono et al., 2024). Perendaman benih menggunakan bakteri *Paenibacillus* juga mendukung pertumbuhan tanaman karena bakteri menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan seperti IAA, auksin, dan sitokinin. Hormon auksin dan sitokinin merupakan bentuk aktif dari IAA yang berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman melalui peningkatan penyerapan unsur hara dari tanah. (Tuszahrohmi et al., 2019).



Gambar 3. Histogram Daya Perkecambahan Benih

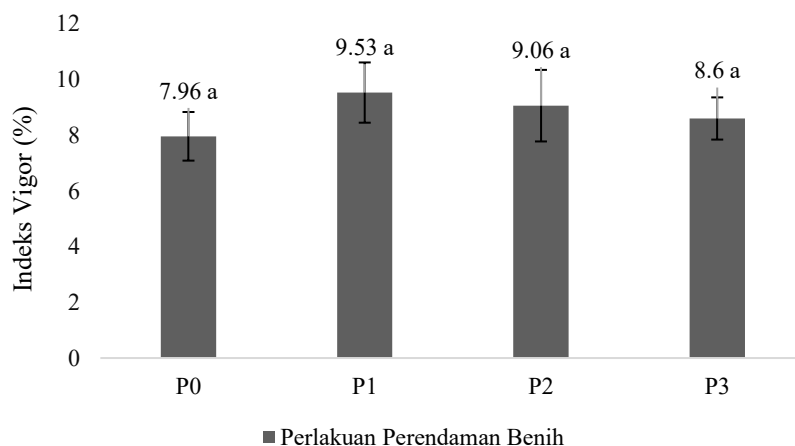
Indeks Vigor

Analisis indeks vigor menunjukkan masing-masing perlakuan mampu meningkatkan indeks vigor dan perlakuan tertinggi pada P1 *Paenibacillus* sp sebesar 9,53% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Selain itu perlakuan

P2 menunjukkan indeks vigor yang lebih rendah dibandingkan perlakuan P1 sebesar 9,06% dan perlakuan P3 sebesar 8,6%. Hal ini menunjukkan masing-masing perlakuan P1, P2, dan P3 memiliki indeks vigor yang tinggi dibandingkan perlakuan P0 (bakterisida) sebesar 7,96%.

(Gambar 3). Indeks vigor benih menjadi variabel parameter yang cukup penting dalam menentukan kualitas fisiologis dan mutu benih. Hal ini mencerminkan kemampuan benih dalam berkecambah dengan cepat, seragam, dan mampu tumbuh dengan baik dalam kondisi lingkungan yang kurang optimal (Nurwiati & Budiman, 2023). Benih dengan indeks

vigor yang tinggi menunjukkan benih memiliki kekuatan tumbuh yang baik, dan mengindikasikan benih berpotensi untuk berkembang secara cepat dan seragam. Tingginya indeks vigor yang seragam dan kuat akan menjadi indikator kekuatan tumbuh yang baik (Perdana *et al.*, 2023).



Gambar 4. Histogram Indeks Vigor Benih

Tingkat Efikasi Perlakuan Perendaman Benih Padi

Hasil analisis tingkat efikasi perlakuan perendaman benih menunjukkan tingkat efikasi tertinggi yakni pada perlakuan P1 menggunakan bakteri *Paenibacillus* sp. sebesar 53,32%. Hasil perlakuan yang tidak berbeda yakni pada perlakuan P2 yakni *Bacillus* BTH 22 sebesar 46,25% dan perlakuan P3 yakni *Paenibacillus polymyxa* sebesar 36,32% dapat dilihat pada Tabel 1. Tingkat efikasi ini dilihat dari perlakuan P0 yang dijadikan kontrol positif dan menunjukkan tingkat efikasi terendah sebesar 22,17% dibandingkan perlakuan lain.

Tabel 1 Tingkat Efikasi Perlakuan Perendaman Benih

Perlakuan	Tingkat Efikasi (%)	Kategori
P0	22,17	Kurang efektif
P1	53,32 a	Cukup efektif
P2	46,25 a	Cukup efektif
P3	36,32 a	Kurang efektif

Keterangan: Angka rata-rata diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% pada uji BNJ.

Tingginya efektivitas perlakuan perendaman benih padi menggunakan bakteri *Paenibacillus* sp. dipengaruhi berbagai faktor yakni kemampuan bakteri tersebut dalam meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman. (Nurkartika *et al.*, 2018) menjelaskan Bakteri *Paenibacillus* berfungsi sebagai agens hayati yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman melalui mekanisme secara tidak langsung, yaitu dengan memproduksi antibiotik, hidrogen sianida (HCN) dan siderofor, sehingga bakteri tersebut dapat berkompetisi dalam lingkungan tumbuhnya dengan mikroorganisme lain dan menginduksi ketahanan sistemik pada tanaman.

Perlakuan perendaman benih P2 menggunakan bakteri *Bacillus* BTH 22 juga memiliki tingkat efikasi sebesar 46,25% dan termasuk dalam kategori yang cukup efektif. (Istiqomah *et al.*, 2022) menjelaskan bakteri *Bacillus* mampu

menghasilkan berbagai senyawa bersifat antibiotik seperti *basilin*, *difisidin*, *subtilisin*, *oksidifisidin*, *basilomisin B*, *basitrasin*, dan *lesitinase* yang berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit pada tanaman. Penelitian (Nurawan *et al.*, 2021) juga menunjukkan bakteri *Bacillus* merupakan salah satu bakteri endofit yang mampu menekan penyakit hawar daun dan meningkatkan pertumbuhan benih tanaman padi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan yakni

1. Perlakuan perendaman benih menggunakan bakteri *Paenibacillus* sp. dengan dosis 20 ml/g cukup efektif dalam meningkatkan daya perkecambahan sebesar 91,25%, kecepatan tumbuh sebesar 4,33% dan indeks vigor sebesar 9,53% dibandingkan dengan isolat *Bacillus* sp. BTH 22 dan *Paenibacillus polymyxa*.
2. Perlakuan perendaman benih menggunakan bakteri *Paenibacillus* sp. mampu memperpanjang masa inkubasi bakteri *Xanthomonas* sp. terlama selama 3 HSI dibandingkan dengan perlakuan kontrol dengan intensitas serangan penyakit terendah sebesar 10,21%, tingkat efikasi tertinggi sebesar 53,32%, dan tinggi tanaman tertinggi sebesar 47,24 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Adiwena M, Ngau M, Azizah M. (2021). Viabilitas, Isolasi Dan Identifikasi Cendawan Terbawa Benih Padi Kultivar Lokal Kabupaten Tana Tidung

- Kalimantan Utara. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 24(2).
<https://doi.org/10.30596/Agrium.V24i2.7889>
- Afzal I, Shinwari ZK, Sikandar S, & Shahzad S. (2019). Plant Beneficial Endophytic Bacteria: Mechanisms, Diversity, Host Range And Genetic Determinants. *Microbiological Research*, 221(February), 36–49. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.02.001>
- Almirón C, Petitti TD, Ponso MA, Romero AM, Areco VA, Bianco, M. I., Espariz, M., & Yaryura, P. M. (2025). Functional And Genomic Analyses Of Plant Growth Promoting Traits In Priestia Aryabhatai And Paenibacillus Sp. Isolates From Tomato Rhizosphere. *Scientific Reports*, 15(1), 3498. <https://doi.org/10.1038/S41598-025-87390-0>
- Azmi Y, Saputra A, & Febrianti F. (2022). Uji Viabilitas Dan Vigor Benih Padi (Oryza Sativa L.) Varietas Karya Pelalawan Terhadap Lama Perendaman Mikroorganisme Lokal (Mol) Pelepah Kelapa Sawit. *Agropross: National Conference Proceedings Of Agriculture*, 4, 15–22. <https://doi.org/10.25047/Agropross.2022.266>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2025). Pada 2024, Luas Panen Padi Mencapai Sekitar 10,05 Juta Hektare Dengan Produksi Padi Sebanyak 53,14 Juta Ton Gabah Kering Giling (Gkg) [Online]. Tersedia Di: <https://www.bps.go.id/Id/Pressrelease/2025/02/03/2414/Pada-2024--Luas-Panen-Padi-Mencapai-Sekitar-10-05-Juta-Hektare-Dengan-Produksi-Padi-Sebanyak-53-14-Juta-Ton-Gabah-Kering-Giling--Gkg--.html> (Diakses Pada 24 Oktober 2025).
- Bako PO, Nurazizah RM, Serangmo DY, & Kiuk Y. (2023). Aplikasi Paket Pemupukan Organik Dan Hayati Berbasis Bahan Lokal Dalam Menekan Penggunaan Pupuk Fosfor Anorganik Pada Tanah Calcarosol Di Timor-Barat. *Agrikultura*, 34(2), 334–345. <https://doi.org/10.24198/Agrikultura.V34i2.42707>
- Carsono N, Dewi A, Wicaksana N, & Sari S. (2021). Ketahanan Beberapa Genotipe Padi Harapan Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri (Xanthomonas Oryzae P. Oryzae) Strain Iii, Iv Dan Viii. *Kultivasi*, 20(3). <https://doi.org/10.24198/Kultivasi.V20i3.33373>
- Defitri Y. (2021). Intensitas Dan Persentase Serangan Beberapa Penyakit Utama Pada Tanaman Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Di Desa Tebing Tinggi Kecamatan Mara Sebo Ulu Kabupaten Batanghari. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(3), 1399. <https://doi.org/10.33087/Jiubj.V21i3.1761>
- Febrianty SH, Sijabat A, & Pane EP. (2019). Jbio: Jurnal Biosains (The Journal Of Biosciences) Pengaruh Pemberian Berbagai Tingkat Mikoriza Arbuskula Pada Tanah Terakumulasi Logam Pbterhadap Pertumbuhan Tanaman Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi). *Jurnal Biosains*, 5(2), 53–58. <https://doi.org/10.24114/Jbio.V5i2.13918>
- Grady EN, Macdonald J, Liu L, Richman A, & Yuan ZC. (2016). Current Knowledge And Perspectives Of Paenibacillus: A Review. *Microbial Cell Factories*, 15(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/S12934-016-0603-7>
- Hadianto W, Hakim L, & B. (2016). Ketahanan Beberapa Genotipe Padi Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri (Xanthomonas Oryzae P. Oryzae). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 15(2), 152. <https://doi.org/10.23960/J.Hptt.215152-163>
- Hartanti A, & Dan RJ. (2017). Induksi Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Padi (Oryza Sativa) Varietas Ir64 Dengan Aplikasi Jarak Tanam Dan Jumlah Bibit Per Titik Tanam. *Jurnal Agrotechbiz*, 4(1), 35–43.
- Hartono HP, Rokhim S, & Faizah H. (2024). Pengaruh Pemberian Pgpr Bacillus Sp. Dan Pseudomonas Sp. Asal Akar Bambu Apus Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (Zea Mays L.). *Jurnal Ilmiah Membangun Desa Dan Pertanian*, 9(3), 294–303. <https://doi.org/10.37149/Jimdp.V9i3.1154>
- Hersanti H, Sudarjat S, & 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). *Agrikultura*, 30(1), 8. <https://doi.org/10.24198/Agrikultura.V30i1.22698>
- Istiqomah, Kusumawati DE, & Serdani D. (2022). Upaya Pengendalian Serangan Hama Dan Penyakit Pada Padi (Oryza Sativa L.). *Buana Sains*, 22(1), 1–10. <https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/Buanasains>
- Jannah M, Marlina & Hakim L. (2023). Potensi Bakteri Endofit Paenibacillus Polymyxa Dalam Menghambat Beberapa Patogen Tanaman Padi (Oryza Sativa L.) In Vitro. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(4), 953–963. www.jim.usk.ac.id/jfp
- Lestari SA, Ramdan EP, Risnawati, & Pribadi EM. (2022). Kemampuan Beberapa Agens Hayati Dalam Menginduksi Ketahanan Tanaman Padi Dari Serangan Pyricularia Oryzae Secara In Vivo Dan In Vitro. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 6(1), 1–12.
- Liu X, Li Q, Li Y, Guan G, & Chen S. (2019). Paenibacillus Strains With Nitrogen Fixation And Multiple Beneficial Properties For Promoting Plant Growth. *Peerj*, 2019(9). <https://doi.org/10.7717/Peerj.7445>
- Maulidia V, Jalil M, Junita D, Fitria Lizmah S, Chairuddin, & Agustinur. (2024). Pengaruh Beberapa Spesies Bakteri Endofit Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Tomat. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 8(1), 7–16. <https://doi.org/10.31289/Ag.V8i1.9536>
- Mekonnen, H., & Kibret, M. (2021). The Roles Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria In Sustainable Vegetable Production In Ethiopia. *Chemical And Biological Technologies In Agriculture*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S40538-021-00213-Y>
- Mondal S, Hossien M, Akter M, Haque M, Ali, & Islam, M. (2019). Survival And Transmission Of Xanthomonas Oryzae P. Oryzae In Rice Seeds. *Fundamental And Applied Agriculture*, 4(1), 680. <https://doi.org/10.5455/Faa.294248>
- Mulyani RB, Surawijaya P, Hairani M, Djaya AA, & Pandriyani P. (2023). Deteksi Dan Identifikasi Jamur Patogen Terbawa Benih Varietas Padi Lokal Di Kabupaten Kapuas. *Agripeat*, 24(1), 9–17. <https://doi.org/10.36873/Agp.V24i1.5580>

- Noli ZA, Alamsjah F, Rahmayati RS, Manis JL, & Barat S. (2024). *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi Pengaruh Lama Perendaman Pada Biopriming Padi Anak Daro Menggunakan Bacillus Subtilis Dan Trichoderma Harzianum Departemen Biologi , Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam , Universitas Bioscientist : Jurnal Ilm. 12(1), 722–732.*
- Nurawan A, Haryati Y, & Hamdani KK. (2021). Penggunaan Pestisida Biorasional Untuk Pengendalian Penyakit Hawar Daun Bakteri Pada Tanaman Padi. *Proceedings Series On Physical & Formal Sciences*, 2(2011), 145–149. <https://doi.org/10.30595/Pspfs.V2i.187>
- Nurkartika R, Satriyas Ilyas SI, & Machmud DM. (2018). Aplikasi Agens Hayati Untuk Mengendalikan Hawar Daun Bakteri Pada Produksi Benih Padi. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal Of Agronomy)*, 45(3), 235. <https://doi.org/10.24831/Jai.V45i3.13811>
- Nurwati W, & Budiman C. (2023). Uji Cepat Vigor Benih Tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) Dengan Metode Radicle Emergence. *Buletin Agrohorti*, 11(2), 260–265. <https://doi.org/10.29244/Agrob.V11i2.47140>
- Perdana MA, Moeljani IR, & Djarwatiningsih PS. (2023). Pengaruh Masa Simpan Dan Suhu Simpan Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Coating Kedelai. *Jurnal Agrium*, 20(1), 1–7.
- Prasetyani ED. (2023). Uji Efikasi *Trichoderma Spp* Dan *Paenibacillus Polymyxa* Terhadap Penyakit Bercak Coklat Dan Blas Padi. *Jurnal Agrosainta: Widyaiswara Mandiri Membangun Bangsa*, 7(2), 47–54. <https://doi.org/10.51589/Ags.V7i2.3126>
- Ranting Pertiwi S, & Kurniawan T. (2022). Pengaruh Jenis Varietas Dan Periode Simpan Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Kedelai (*Glycine Max (L) Merrill*) (The Effect Of Variety And Storage Period On Viability And Vigor Of Soybean Seeds (*Glycine Max (L) Merrill*)). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(4), 166–170. www.jim.unsyiah.ac.id/Jfp
- Rismawati, Budi Ismed M. (2024). Efektivitas Bakteri Endofit Asal Lahan Basah Untuk Menekan Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas Oryzae*) Pada Padi Beras Merah (*Oryza Nivara*l.). *Proteksi Tanaman Tropika*, 7(1), 789–797.
- Saridewi, LP, Prihatiningsih N, & Djatmiko HA. (2020). Karakterisasi Biokimia Bakteri Endofit Akar Terung Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dan Pengendali Penyakit Layu Bakteri In Planta. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.19184/Jptt.V1i1.15579>
- Sayekti N. (2024). Potensi Bakteri Endofit *Bacillus Sp.* Sebagai Agensi Pengendali Penyakit Hawar Daun *Xanthomonas Sp.* Pada Tanaman Padi. *Skripsi Fakultas Pertanian Upn Veteran Jawa Timur*.
- Sumadi S, Sobarna DS, Suryatmana P, Rachmadi M, & Suminar E. (2018). Peningkatan Produktivitas Tanaman Kedelai Kultivar Anjasmoro Asal Benih Terdeteriorasi Dengan Kompos *Trichoderma* Dan Bokashi. *Kultivasi*, 17(3), 710–715. <https://doi.org/10.24198/Kultivasi.V17i3.18699>
- Tefa A. (2017). Uji Viabilitas Upn Veteran Benih Padi (*Oryza Sativa L.*) Selama Penyimpanan Pada Tingkat Kadar Air Yang Berbeda. *Savana Cendana*, 2(03), 48–50. <https://doi.org/10.32938/Sc.V2i03.210>
- Tuszahrohmi N, Romadi U, & Kurniasari I. (2019). Efektivitas *Paenibacillus Polymyxa* Dan *Pseudomonas Fluorescens* Dalam Pengendalian Penyakit Haur Daun (*Helminthosporium Turcicum*) Pada Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 12(2), 77–81. <https://doi.org/10.21107/Agrovigor.V12i2.5578>
- Yildirim KC, Orel DC, Okyay H, Gursan MM, & Demir I. (2021). Quality Of Immature And Mature Pepper (*Capsicum Annuum L.*) Seeds In Relation To Bio-Priming With Endophytic *Pseudomonas* And *Bacillus Spp.* *Horticulturae*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/Horticulturae7040075>
- Zamzami A, & Ilyas S. (2017). Effect Of The Treatment Of Rice Seed Infected By *Xanthomonas Oryzae Pv. Oryzae* On Growth And Yield Of Rice In The Field. *Agrotech Journal*, 2(2), 54–62. <https://doi.org/10.31327/Atj.V2i2.317>

