



Pengaruh Pupuk Organik Cair Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) terhadap Vigor Bibit dan Intensitas Penyakit Bercak Daun pada Kopi Arabika Kintamani (*Coffea Arabica* L.)

I Gusti Ayu Diah Yuniti¹, I Made Suryana², Cokorda Javandira³

^{1,2,3}Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Mahasaraswati Denpasar

E-mail: diahayuniti123@unmas.ac.id

Article Info

Article history:

Received April 12, 2026

Revised April 19, 2026

Accepted April 25, 2026

Keywords:

Leaf Spot Disease, Liquid Organic Fertilizer, Seedling Vigor, Arabica Coffee

ABSTRACT

Leaf spot disease is one of the major constraints during the coffee nursery stage, as it reduces seedling quality and limits early plant growth. This study evaluated the effectiveness of liquid organic fertilizer (LOF) derived from kepok banana (*Musa paradisiaca*) peel waste in improving seedling vigor and suppressing leaf spot disease in Kintamani Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) seedlings. The experiment was arranged using a Randomized Complete Block Design (RCBD) consisting of six LOF application rates (0, 100, 200, 300, 400, and 500 mL L⁻¹ of water), with four replications for each treatment. Observed variables included seedling height, stem diameter, number of leaves, vigor index, and leaf spot disease intensity. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), followed by the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% significance level. Increasing LOF application rates consistently enhanced all growth parameters while reducing disease intensity. The highest dose (500 mL L⁻¹) produced the best seedling performance, with a height of 29.46 cm, stem diameter of 5.71 mm, 15.50 leaves, and a vigor index of 80.61. Under the same treatment, leaf spot disease intensity decreased to 10.25%, representing a 64.35% reduction compared with the untreated control. These findings indicate that banana peel waste-derived LOF functions not only as an organic nutrient source but also as a promising approach for improving seedling health and enhancing disease tolerance. Therefore, its application offers an environmentally friendly and sustainable alternative for producing high-quality Kintamani Arabica coffee seedlings.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received April 12, 2026

Revised April 19, 2026

Accepted April 25, 2026

Kata Kunci:

Penyakit Bercak Daun, Pupuk Organik Cair, Vigor Bibit, Kopi Arabika

ABSTRAK

Kualitas bibit merupakan faktor penting dalam keberhasilan budidaya Kopi Arabika Kintamani, namun fase pembibitan masih menghadapi kendala berupa penyakit bercak daun yang dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan mutu bibit. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas pupuk organik cair (POC) berbahan limbah kulit pisang kepok dalam meningkatkan vigor bibit sekaligus menekan intensitas penyakit bercak daun pada bibit *Coffea arabica* L. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam taraf dosis POC, yaitu 0, 100, 200, 300, 400, dan 500 mL L⁻¹ air, yang masing-masing diulang sebanyak empat kali. Parameter yang diamati



meliputi tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, indeks vigor, dan intensitas penyakit bercak daun. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa peningkatan dosis POC memberikan respons positif terhadap seluruh parameter yang diamati. Perlakuan 500 mL L⁻¹ air (P5) menghasilkan pertumbuhan bibit terbaik dengan tinggi 29,46 cm, diameter batang 5,71 mm, jumlah daun 15,50 helai, serta indeks vigor 80,61. Pada perlakuan yang sama, intensitas penyakit bercak daun menurun menjadi 10,25%, atau 64,35% lebih rendah dibandingkan kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa POC limbah kulit pisang kepok tidak hanya berperan sebagai sumber hara organik, tetapi juga berpotensi meningkatkan kesehatan dan ketahanan bibit terhadap penyakit. Pemanfaatan POC tersebut dapat menjadi alternatif teknologi pembibitan Kopi Arabika Kintamani yang lebih ramah lingkungan dan mendukung sistem budidaya berkelanjutan.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

I Gusti Ayu Diah Yuniti

Universitas Mahasaraswati Denpasar

E-mail: diahyuniti123@unmas.ac.id

1.PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kopi Arabika Kintamani merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan telah memperoleh perlindungan Indikasi Geografis (IG). Keberadaan status IG tidak hanya mencerminkan reputasi produk berdasarkan karakteristik wilayah asal, tetapi juga menuntut tersedianya bibit yang bermutu agar mutu dan produktivitas kopi tetap terjaga secara berkelanjutan. Tahap pembibitan menjadi fase yang sangat menentukan karena kualitas bibit akan memengaruhi pertumbuhan, kemampuan adaptasi, serta produktivitas tanaman pada fase budidaya berikutnya. Bibit dengan tingkat vigor yang tinggi umumnya memiliki pertumbuhan lebih baik, lebih mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan, serta lebih toleran terhadap cekaman biotik maupun abiotik. Oleh sebab itu, peningkatan kualitas bibit merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung keberlanjutan pengembangan Kopi Arabika Kintamani (Soleh et al., 2023).

Salah satu permasalahan utama yang sering dijumpai pada fase pembibitan adalah serangan penyakit bercak daun. Keberadaan penyakit ini menyebabkan berkurangnya luas daun yang berfungsi untuk fotosintesis sehingga pertumbuhan bibit menjadi terhambat dan kualitas bibit siap tanam menurun. Berbagai penelitian melaporkan bahwa penyakit daun masih menjadi faktor pembatas produktivitas tanaman kopi di berbagai negara penghasil kopi, termasuk Indonesia (Talhinhas et al., 2017; McCook et al., 2015). Kondisi tersebut juga didukung oleh hasil identifikasi penyakit pada perkebunan kopi rakyat di Indonesia yang



menunjukkan bahwa penyakit daun masih menjadi salah satu kendala utama dalam sistem budidaya kopi (Purnami et al., 2023; Aliandu et al., 2023).

Upaya pengendalian penyakit pada fase pembibitan selama ini masih didominasi oleh penggunaan fungisida sintesis. Meskipun efektif dalam menekan perkembangan patogen, penggunaan fungisida secara berulang dapat meningkatkan risiko resistensi patogen, meninggalkan residu yang mencemari lingkungan, serta menambah biaya produksi. Seiring berkembangnya konsep plant health management, strategi pengelolaan kesehatan tanaman tidak lagi hanya diarahkan pada pengendalian patogen, tetapi juga pada peningkatan kemampuan tanaman dalam mempertahankan diri melalui perbaikan status nutrisi dan kondisi fisiologis. Tanaman dengan kondisi fisiologis yang baik diketahui memiliki respons pertahanan yang lebih efektif terhadap serangan patogen melalui mekanisme induced resistance (Walters et al., 2009).

Salah satu pendekatan yang berpotensi mendukung pengelolaan kesehatan tanaman adalah pemanfaatan pupuk organik cair (POC) yang berasal dari limbah organik. Kulit pisang kepok merupakan limbah pertanian yang kaya akan unsur hara, terutama kalium, fosfor, kalsium, magnesium, serta berbagai senyawa organik yang berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Di antara unsur tersebut, kalium memiliki fungsi penting dalam menjaga keseimbangan air, memperkuat dinding sel, meningkatkan translokasi hasil fotosintesis, serta mengaktifkan berbagai enzim yang berperan dalam sistem pertahanan tanaman. Dordas (2008) menyatakan bahwa kecukupan kalium mampu meningkatkan ketahanan tanaman melalui penguatan jaringan dan aktivasi mekanisme pertahanan. Temuan tersebut diperkuat oleh Ramírez-Gil et al. (2021) yang menjelaskan bahwa pengelolaan nutrisi secara tepat berkontribusi terhadap peningkatan kesehatan tanaman sekaligus menekan perkembangan penyakit.

Berbagai hasil penelitian telah membuktikan bahwa POC berbahan baku kulit pisang mampu memperbaiki pertumbuhan berbagai jenis tanaman. Aplikasi POC kulit pisang dilaporkan dapat meningkatkan karakter morfofisiologi bibit kopi (Soleh et al., 2023), memperbaiki pertumbuhan kailan pada sistem hidroponik (Kristianto et al., 2023), serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah (Aulady et al., 2024). Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada respons pertumbuhan tanaman, sedangkan hubungan antara peningkatan vigor bibit dengan penurunan intensitas penyakit sebagai indikator ketahanan tanaman belum banyak dikaji.

Berdasarkan kondisi tersebut, masih terdapat kesenjangan informasi mengenai peran POC limbah kulit pisang kepok dalam mendukung kesehatan bibit kopi melalui peningkatan vigor sekaligus penekanan perkembangan penyakit. Sebagian besar penelitian terdahulu mengevaluasi efektivitas POC sebagai sumber hara organik tanpa menghubungkannya dengan aspek ketahanan tanaman terhadap penyakit. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis hubungan antara peningkatan vigor bibit dan penurunan intensitas penyakit bercak daun setelah aplikasi POC limbah kulit pisang kepok pada bibit Kopi Arabika Kintamani. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian potensi POC tidak hanya sebagai sumber nutrisi organik, tetapi juga sebagai plant resistance inducer yang mampu mendukung sistem pembibitan kopi yang lebih sehat, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.



1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) limbah kulit pisang kepok terhadap vigor bibit Kopi Arabika Kintamani?
2. Bagaimana pengaruh pemberian POC limbah kulit pisang kepok terhadap intensitas penyakit bercak daun pada bibit Kopi Arabika Kintamani?
3. Bagaimana hubungan antara vigor bibit dan intensitas penyakit bercak daun sebagai indikator peningkatan ketahanan bibit Kopi Arabika Kintamani?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) limbah kulit pisang kepok terhadap vigor bibit Kopi Arabika Kintamani.
2. Menganalisis pengaruh pemberian POC limbah kulit pisang kepok terhadap intensitas penyakit bercak daun pada bibit Kopi Arabika Kintamani.
3. Menganalisis hubungan antara vigor bibit dan intensitas penyakit bercak daun sebagai indikator peningkatan ketahanan bibit Kopi Arabika Kintamani.

METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah pembibitan Kopi Arabika Kintamani yang berada di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Provinsi Bali, pada ketinggian sekitar ± 1.200 m dpl. Seluruh kegiatan penelitian berlangsung selama empat bulan, yaitu mulai Januari hingga April 2026. Bibit Kopi Arabika Kintamani (*Coffea arabica* L.) berumur dua bulan digunakan sebagai bahan utama penelitian. Pupuk organik cair (POC) dibuat dari 10 kg kulit pisang kepok segar dengan penambahan 100 mL EM4, 1 kg molase, dan air bersih sebagai media fermentasi. Media tanam terdiri atas campuran top soil dan kompos dengan perbandingan 2:1, sedangkan wadah pembibitan menggunakan polybag berukuran 20×25 cm. Peralatan yang digunakan meliputi ember fermentasi, gelas ukur, timbangan digital, jangka sorong digital, penggaris, sprayer, label perlakuan, alat tulis, serta kamera untuk dokumentasi penelitian. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor, yaitu dosis pupuk organik cair limbah kulit pisang kepok. Rincian perlakuan yang diberikan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Dosis POC

Kode	Dosis POC
P0	0 ml L ⁻¹ air
P1	100 ml L ⁻¹ air
P2	200 ml L ⁻¹ air
P3	300 ml L ⁻¹ air
P4	400 ml L ⁻¹ air
P5	500 ml L ⁻¹ air



Sumber: Data Diolah Primer, 2026

Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali, sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Masing-masing satuan percobaan terdiri atas lima bibit, sehingga total bibit yang digunakan sebanyak 120 tanaman. Pembuatan POC diawali dengan mencuci kulit pisang kepok, kemudian memotongnya menjadi bagian berukuran sekitar 2–3 cm. Bahan tersebut selanjutnya dicampurkan dengan molase, EM4, dan 15 L air, kemudian difermentasi secara anaerob selama 14 hari. Selama proses fermentasi, campuran diaduk setiap dua hari sekali agar proses berlangsung homogen. Setelah fermentasi selesai, larutan disaring dan digunakan sebagai pupuk organik cair. Bibit yang memiliki ukuran relatif seragam dipindahkan ke dalam polybag sesuai media tanam yang telah disiapkan. Aplikasi POC dilakukan dengan metode kocor menggunakan 250 mL larutan per polybag. Pemberian dilakukan setiap 14 hari dengan total empat kali aplikasi selama periode penelitian.

2.2. Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, indeks vigor bibit, dan intensitas penyakit bercak daun.

- i. Tinggi bibit (cm) diukur dari pangkal batang pada permukaan media tanam hingga titik tumbuh menggunakan penggaris pada akhir penelitian.
- ii. Diameter batang (mm) diukur menggunakan jangka sorong digital pada posisi 2 cm di atas permukaan media tanam.
- iii. Jumlah daun (helai) dihitung pada daun yang telah membuka sempurna.
- iv. Indeks vigor bibit dihitung berdasarkan tinggi bibit, diameter batang, dan jumlah daun sebagai indikator kualitas bibit secara keseluruhan.
- v. Intensitas penyakit bercak daun diamati menggunakan metode skoring berdasarkan persentase luas permukaan daun yang menunjukkan gejala penyakit.

2.3. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (Analysis of Variance/ANOVA) berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pada taraf nyata 5%. Sebelum analisis dilakukan, data diuji normalitas dan homogenitas ragam. Apabila hasil ANOVA menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$), maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

1. Indeks Vigor Bibit

Indeks vigor dihitung menggunakan rumus:

$$IV = (TB + DB + JD)$$

Keterangan:

IV = Indeks vigor bibit

TB = Tinggi bibit (cm)

DB = Diameter batang (mm)

JD = Jumlah daun (helai)



Nilai indeks vigor digunakan sebagai indikator kualitas bibit secara keseluruhan.

2. Intensitas Penyakit Bercak Daun

Pengamatan intensitas penyakit dilakukan dengan metode skoring berdasarkan luas permukaan daun yang menunjukkan gejala bercak.

Tabel 2. Skala Serangan Penyakit

Skor	Kriteria Gejala
0	Tidak ada gejala
1	>0–20% permukaan daun terserang
2	>20–40% permukaan daun terserang
3	>40–60% permukaan daun terserang
4	>60–80% permukaan daun terserang
5	>80–100% permukaan daun terserang

Intensitas penyakit dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

IP = Intensitas penyakit (%)

n = jumlah daun pada setiap kategori serangan

v = nilai skor kategori serangan

N = jumlah daun yang diamati

Z = skor tertinggi

3. Efektivitas Penekanan Penyakit

Efektivitas penekanan penyakit dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

EP = Efektivitas penekanan penyakit (%)

IPK = Intensitas penyakit pada kontrol (%)

IPP = Intensitas penyakit pada perlakuan (%)

4. Analisis Hubungan Vigor Bibit dan Intensitas Penyakit

Hubungan antara indeks vigor bibit dan intensitas penyakit dianalisis menggunakan korelasi Pearson:

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$



Keterangan:

r = koefisien korelasi

X = indeks vigor bibit

Y = intensitas penyakit

n = jumlah pengamatan

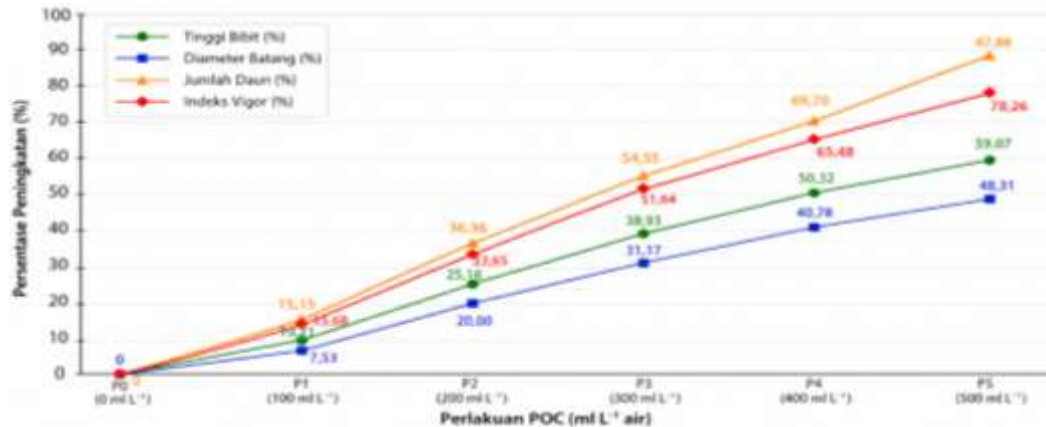
Interpretasi nilai korelasi:

- 0,00–0,19 = sangat lemah
- 0,20–0,39 = lemah
- 0,40–0,59 = sedang
- 0,60–0,79 = kuat
- 0,80–1,00 = sangat kuat

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Pupuk Organik Cair Limbah Kulit Pisang Kepok terhadap Vigor Bibit Kopi Arabika Kintamani

Aplikasi pupuk organik cair (POC) limbah kulit pisang kepok memberikan respons positif terhadap seluruh parameter vigor bibit Kopi Arabika Kintamani. Peningkatan dosis POC diikuti oleh peningkatan tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, dan indeks vigor dibandingkan perlakuan kontrol. Persentase peningkatan masing-masing parameter dalam respons pertumbuhan bibit terhadap peningkatan dosis POC ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Peningkatan Komponen Vigor Bibit Kopi Arabika Kintamani Pada Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Limbah Kulit Pisang Kepok

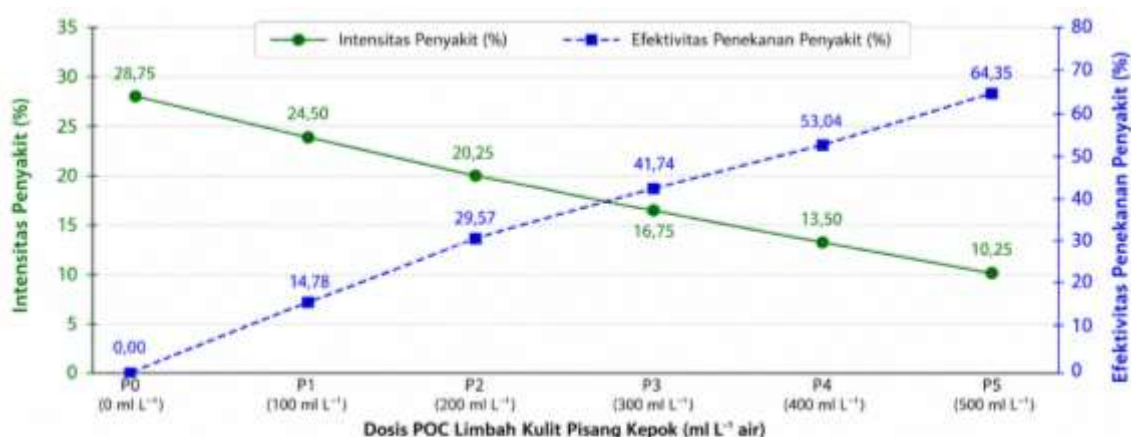
Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 1, seluruh parameter vigor menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya dosis pupuk organik cair. Respon tersebut mengindikasikan bahwa unsur hara yang terkandung dalam POC mampu mendukung pertumbuhan vegetatif bibit secara konsisten hingga dosis tertinggi yang diuji. Di antara seluruh parameter yang diamati, jumlah daun memberikan respons paling tinggi dengan peningkatan sebesar 87,88%, diikuti indeks vigor (78,26%), tinggi bibit (59,07%), dan diameter batang (48,31%) dibandingkan perlakuan kontrol. Dominannya peningkatan jumlah daun menunjukkan bahwa pemberian POC berpengaruh terhadap pembentukan organ



fotosintetik. Bertambahnya jumlah daun akan meningkatkan luas bidang fotosintesis sehingga akumulasi fotosintat yang dihasilkan tanaman juga meningkat. Fotosintat tersebut selanjutnya dimanfaatkan untuk pembentukan jaringan baru, termasuk pemanjangan batang dan pembesaran diameter batang. Dengan demikian, peningkatan jumlah daun berkontribusi terhadap meningkatnya nilai indeks vigor bibit secara keseluruhan. Respons pertumbuhan tersebut diduga berkaitan dengan ketersediaan unsur hara makro yang dihasilkan selama proses fermentasi kulit pisang kepek, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium. Nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil dan sintesis protein, fosfor mendukung perkembangan sistem perakaran serta metabolisme energi, sedangkan kalium berfungsi mengatur keseimbangan air, translokasi hasil fotosintesis, dan aktivitas berbagai enzim yang berhubungan dengan pertumbuhan tanaman. Sinergi ketiga unsur tersebut memungkinkan proses fisiologis tanaman berlangsung lebih optimal sehingga pertumbuhan bibit meningkat secara nyata. Hasil penelitian ini memperkuat temuan Soleh et al. (2023) yang melaporkan bahwa aplikasi POC kulit pisang mampu memperbaiki karakter morfofisiologi bibit kopi. Kecenderungan serupa juga dilaporkan pada tanaman hortikultura lain, seperti kailan (Kristianto et al., 2023) dan bawang merah (Aulady et al., 2024), yang menunjukkan peningkatan pertumbuhan setelah pemberian POC berbahan kulit pisang kepek. Kesamaan respons tersebut mengindikasikan bahwa limbah kulit pisang memiliki potensi sebagai sumber nutrisi organik yang dapat diaplikasikan pada berbagai jenis tanaman. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan vigor bibit tidak hanya ditunjukkan oleh pertambahan satu parameter pertumbuhan, tetapi merupakan hasil interaksi antara peningkatan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun. Oleh karena itu, penggunaan POC limbah kulit pisang kepek berpotensi menjadi alternatif teknologi pembibitan yang mampu menghasilkan bibit Kopi Arabika Kintamani dengan kualitas fisiologis yang lebih baik sekaligus mendukung sistem budidaya yang ramah lingkungan.

3.2 Pengaruh Pupuk Organik Cair Limbah Kulit Pisang Kepok terhadap Intensitas Penyakit Bercak Daun

Pemberian pupuk organik cair (POC) limbah kulit pisang kepek tidak hanya meningkatkan pertumbuhan bibit, tetapi juga berkontribusi terhadap penurunan intensitas penyakit bercak daun. Perubahan intensitas penyakit pada setiap taraf perlakuan dalam pola penurunan penyakit akibat peningkatan dosis POC dapat diamati pada Gambar 2.



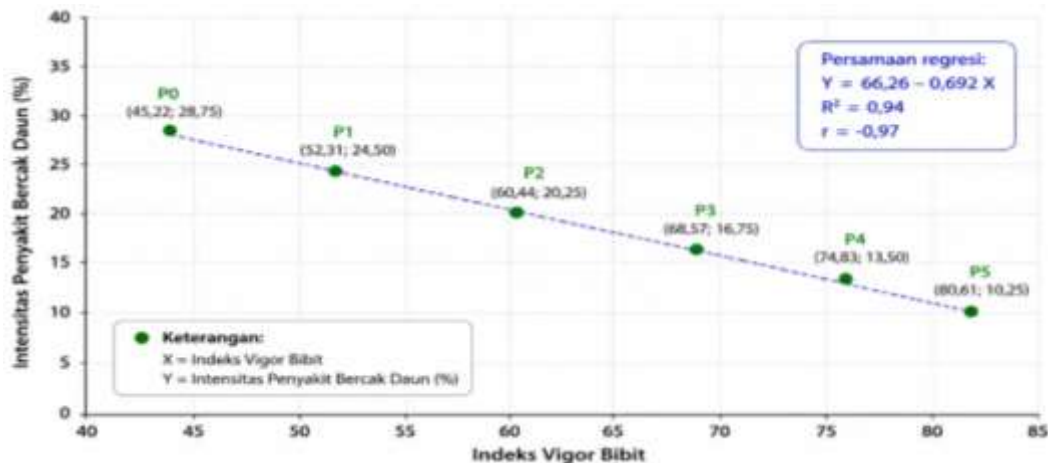


Gambar 2. Penurunan Intensitas Penyakit Bercak Daun Dan Efektivitas Penekanan Penyakit Pada Berbagai Dosis POC Limbah Kulit Pisang Kepok

Data gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan dosis POC diikuti oleh penurunan intensitas penyakit bercak daun secara bertahap. Perlakuan P5 (500 mL L⁻¹) menghasilkan intensitas penyakit terendah, yaitu 10,25%, atau mampu menekan perkembangan penyakit hingga 64,35% dibandingkan perlakuan kontrol. Pola tersebut mengindikasikan bahwa respons tanaman terhadap aplikasi POC berlangsung secara konsisten sehingga efektivitas pengendalian penyakit semakin meningkat seiring bertambahnya dosis yang diberikan. Penurunan intensitas penyakit diduga berkaitan dengan membaiknya kondisi fisiologis bibit setelah memperoleh tambahan unsur hara dari POC limbah kulit pisang kepok. Unsur kalium yang terkandung dalam kulit pisang memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan metabolisme tanaman, memperkuat struktur dinding sel, meningkatkan lignifikasi jaringan, serta mengaktifkan enzim-enzim yang terlibat dalam sistem pertahanan tanaman. Perbaikan kondisi fisiologis tersebut menyebabkan tanaman lebih mampu membatasi perkembangan patogen sehingga tingkat serangan penyakit menjadi lebih rendah. Mekanisme tersebut sesuai dengan pendapat Dordas (2008) yang menyatakan bahwa kecukupan kalium berkontribusi terhadap peningkatan ketahanan tanaman melalui penguatan jaringan dan aktivasi sistem pertahanan. Avelino et al. (2015) juga menjelaskan bahwa status hara yang baik mampu meningkatkan toleransi tanaman kopi terhadap serangan penyakit. Selain itu, Walters et al. (2013) mengemukakan bahwa tanaman dengan kondisi fisiologis yang optimal memiliki kemampuan lebih baik dalam mengaktifkan mekanisme induced resistance, sehingga perkembangan patogen dapat ditekan sejak tahap awal infeksi. Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian Rahayu (2021) yang menunjukkan bahwa pengelolaan nutrisi yang tepat mampu mengurangi perkembangan penyakit melalui peningkatan kesehatan tanaman. Hasil serupa dilaporkan oleh Sari et al. (2023) yang menyatakan bahwa kondisi fisiologis tanaman kopi berhubungan erat dengan tingkat kerentanan terhadap penyakit daun. Dengan demikian, pengaruh POC limbah kulit pisang kepok tidak hanya terbatas pada penyediaan unsur hara bagi pertumbuhan vegetatif, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan kemampuan tanaman menghadapi tekanan biotik. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pemanfaatan POC limbah kulit pisang kepok berpotensi diterapkan sebagai bagian dari strategi plant health management pada fase pembibitan Kopi Arabika Kintamani. Pendekatan tersebut mendukung konsep budidaya berkelanjutan karena mampu meningkatkan kualitas bibit sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan fungisida sintesis.

3.3 Hubungan Vigor Bibit dan Intensitas Penyakit Bercak Daun sebagai Indikator Ketahanan Tanaman

Hubungan antara indeks vigor bibit dan intensitas penyakit bercak daun dianalisis untuk mengetahui apakah peningkatan pertumbuhan bibit berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam menekan perkembangan penyakit. Nilai indeks vigor dan intensitas penyakit pada setiap perlakuan dalam pola hubungan kedua variabel ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Antara Indeks Vigor Dan Intensitas Penyakit Bercak Daun Pada Berbagai Dosis POC

Dalam analisis korelasi menghasilkan nilai $r = -0,97$, yang menunjukkan adanya hubungan negatif dengan tingkat keeratan sangat kuat antara indeks vigor bibit dan intensitas penyakit bercak daun. Pola tersebut mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai vigor bibit, semakin rendah intensitas penyakit yang terjadi. Sebaliknya, bibit dengan tingkat vigor yang rendah cenderung lebih rentan terhadap serangan penyakit. Hubungan tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan kualitas fisiologis bibit berperan penting dalam memperkuat kemampuan tanaman menghadapi infeksi patogen. Bibit yang tumbuh lebih baik umumnya memiliki aktivitas metabolisme yang lebih optimal sehingga mampu membentuk jaringan tanaman yang lebih kuat serta mengaktifkan sistem pertahanan secara lebih efektif. Kondisi tersebut menyebabkan perkembangan patogen menjadi lebih terbatas dibandingkan pada bibit dengan kondisi fisiologis yang kurang baik. Fenomena tersebut sejalan dengan konsep plant health management, yang menempatkan status nutrisi tanaman sebagai salah satu faktor penting dalam meningkatkan ketahanan terhadap penyakit. Wulansari et al. (2023) menjelaskan bahwa kecukupan unsur hara mendukung pembentukan berbagai senyawa pertahanan, seperti senyawa fenolik, fitoaleksin, dan protein pertahanan, yang berperan dalam menghambat perkembangan patogen. Pendapat tersebut diperkuat oleh Sondakh et al. (2020) yang menyatakan bahwa pengelolaan nutrisi yang tepat mampu meningkatkan kesehatan tanaman sekaligus mengurangi tingkat serangan penyakit. Berbeda dengan sebagian besar penelitian sebelumnya yang hanya mengevaluasi pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan tanaman, penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan vigor bibit memiliki hubungan yang sangat erat dengan penurunan intensitas penyakit bercak daun. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa manfaat POC limbah kulit pisang kepok tidak hanya terbatas pada penyediaan unsur hara, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan ketahanan tanaman melalui perbaikan kondisi fisiologis bibit. Temuan ini memperkuat potensi pemanfaatan POC limbah kulit pisang kepok sebagai salah satu komponen dalam strategi pembibitan kopi yang berkelanjutan. Selain menghasilkan bibit dengan vigor yang lebih tinggi, aplikasi POC juga berpeluang mengurangi ketergantungan terhadap fungisida sintesis melalui peningkatan kemampuan alami tanaman dalam menghadapi serangan patogen. Dengan demikian, pendekatan berbasis nutrisi yang



diterapkan pada fase pembibitan dapat menjadi bagian penting dalam pengembangan sistem budidaya Kopi Arabika Kintamani yang lebih sehat, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan beberapa temuan utama sebagai berikut.

1. Aplikasi pupuk organik cair (POC) yang dibuat dari limbah kulit pisang kepok terbukti mampu memperbaiki kualitas vigor bibit Kopi Arabika Kintamani. Peningkatan dosis POC diikuti oleh peningkatan seluruh parameter pertumbuhan, yaitu tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, dan indeks vigor. Respon pertumbuhan terbaik diperoleh pada perlakuan P5 (500 mL L⁻¹ air) dengan tinggi bibit mencapai 29,46 cm, diameter batang 5,71 mm, jumlah daun 15,50 helai, serta indeks vigor sebesar 80,61.
2. Pemberian POC limbah kulit pisang kepok juga memberikan dampak positif terhadap kesehatan bibit melalui penurunan intensitas penyakit bercak daun. Perlakuan P5 menunjukkan tingkat serangan penyakit paling rendah, yaitu 10,25%, serta mampu menekan perkembangan penyakit hingga 64,35% dibandingkan perlakuan kontrol.
3. Analisis hubungan antara indeks vigor dan intensitas penyakit menghasilkan korelasi negatif yang sangat kuat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan vigor bibit diikuti oleh menurunnya intensitas penyakit bercak daun. Hasil ini mengindikasikan bahwa POC limbah kulit pisang kepok tidak hanya berfungsi sebagai penyedia unsur hara organik, tetapi juga berpotensi mendukung peningkatan ketahanan bibit terhadap serangan penyakit selama fase pembibitan.

4.2. Saran

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa rekomendasi yang dapat diajukan adalah sebagai berikut.

1. Dosis 500 mL L⁻¹ air direkomendasikan untuk diaplikasikan pada pembibitan Kopi Arabika Kintamani karena memberikan respons terbaik terhadap pertumbuhan bibit sekaligus menurunkan intensitas penyakit bercak daun.
2. Pemanfaatan POC limbah kulit pisang kepok dapat dipertimbangkan sebagai bagian dari sistem pembibitan yang lebih ramah lingkungan karena mampu meningkatkan kualitas bibit dan membantu mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pupuk maupun fungisida sintesis.
3. Penelitian berikutnya perlu difokuskan pada pengujian efektivitas POC pada fase pertumbuhan tanaman di lapangan, pengembangan kombinasi dengan pupuk organik atau agens hayati, serta pendalaman mekanisme fisiologis, biokimia, maupun molekuler yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

Aliandu, Y.Y., Nurhidayati, S., dan Nugroho, B. 2023. Identification of Diseases on Coffee Plant in Cangkringan, Sleman, Yogyakarta. *Juatika: Jurnal Agronomi*, 5(2): 187–196. Link akses: <https://www.ejournal.uniks.ac.id/index.php/JUATIKA/article/view/2695>



- Aulady, N.A., Rahmawati, D., dan Hidayat, M. 2024. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Pertanian*, 15(1): 45–56. Link akses: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/ftan/article/view/21721>
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Läderach, P., Anzueto, F., Hruska, A.J., dan Morales, C. 2015. The Coffee Rust Crises in Colombia and Central America (2008–2013): Impacts, Plausible Causes and Proposed Solutions. *Food Security*, 7(2): 303–321. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0446-9>
- Budianto, A. 2022. Pengaruh Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok dan NPK 16:16:16 terhadap Pertumbuhan serta Produksi Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* L.). Skripsi. Universitas Islam Riau. Link akses: <https://repository.uir.ac.id/12220>
- Cabrera, A., Avramidis, K., dan Narayanan, S. 2024. Early Detection of Coffee Leaf Rust Through Convolutional Neural Networks Trained on Low-Resolution Images. *arXiv Preprint*: 1–14. Link akses: <https://arxiv.org/abs/2407.14737>
- Carneiro, A.L.C., Silva, L.B., dan Faulin, M.S.A.R. 2021. Artificial Intelligence for Detection and Quantification of Rust and Leaf Miner in Coffee Crop. *arXiv Preprint*: 1–16. Link akses: <https://arxiv.org/abs/2103.11241>
- Djuikem, C., dan Arino, J. 2025. Threshold-Based Impulsive Biocontrol for Coffee Leaf Rust. *arXiv Preprint*: 1–20. Link akses: <https://arxiv.org/abs/2504.01055>
- Dordas, C. 2008. Role of Nutrients in Controlling Plant Diseases in Sustainable Agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(1): 33–46. <https://doi.org/10.1051/agro:2007051>
- Fadilah, N., Putri, R.A., dan Nugroho, A. 2024. Pengaruh Pemberian POC Limbah Kulit Pisang Kepok terhadap Pertumbuhan dan Produksi Selada Romaine. *Prosiding Seminar Nasional Data dan Teknologi Pertanian*, 1(1): 112–119. Link akses: <https://prosiding.ummy.ac.id/semnas-datan/index.php/dt/article/view/39>
- Kartana, S.N. 2024. Pengaruh Pupuk Organik Cair Kulit Pisang terhadap Pertumbuhan Tanaman Hortikultura. *Jurnal Piper*, 20(1): 52–61. Link akses: <https://jurnal.unka.ac.id/index.php/piper/article/view/1109>
- Kristianto, H.A., Prasetyo, B., dan Wibowo, A. 2023. Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok terhadap Pertumbuhan Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) dalam Sistem Hidroponik. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 8(1): 34–44. Link akses: <https://repository.ukdw.ac.id/id/eprint/9178>
- Manso, G.L., Knidel, H., Krohling, R.A., dan Ventura, J.A. 2019. A Smartphone Application to Detection and Classification of Coffee Leaf Miner and Coffee Leaf Rust. *arXiv Preprint*: 1–13. Link akses: <https://arxiv.org/abs/1904.00742>
- Marschner, P. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3rd Edition. London: Academic Press.
- McCook, S., dan Vandermeer, J. 2015. The Big Rust and the Red Queen: Long-Term Perspectives on Coffee Rust Research. *Phytopathology*, 105(9): 1164–1173. Link akses: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-04-15-0085-RVW>



- Purnami, W., Liana, D., dan Simanjuntak, N.A. 2023. Identification of Pests and Diseases in Coffee Plants in Manggarai, Flores, Indonesia. *EAI International Conference Proceedings*, 1(1): 1–8. Link akses: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.21-10-2022.2329710>
- Rahayu, E. 2021. Pengaruh Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok terhadap Pertumbuhan Tunas Stek Cempaka (*Magnolia champaca* L.). Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Link akses: <https://repository.ar-raniry.ac.id/18284>
- Ramírez-Gil, J.G., Morales-Osorio, J.G., dan Peterson, A.T. 2021. Plant Nutrition and Disease Suppression in Sustainable Agricultural Systems. *Agronomy*, 11(3): 1–18. Link akses: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/3>
- Sari, N., Wulandari, D., dan Fitriani, R. 2023. Pengaruh Pemberian Kulit Pisang Kepok sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Agrisaintifika*, 7(2): 101–110. Link akses: <https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika/article/view/4467>
- Soleh, M.A., Zalfa, I.N., dan Ariyanti, M. 2023. Liquid Organic Matter from Banana Peel Improves Morpho-Physiological Traits of Coffee Seedlings. *Kultivasi*, 22(3): 179–188. Link akses: <https://jurnal.unpad.ac.id/kultivasi/article/view/46444>
- Sondakh, T.D., Rondonuwu, J.J., dan Rori, Y.P.I. 2020. Utilization of Kepok Banana Skin Waste as Liquid Organic Fertilizer. *Sam Ratulangi Journal of Agrotechnology*, 1(2): 35–43. Link akses: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/samrat-agrotek/article/view/33981>
- Talhinhas, P., Batista, D., Diniz, I., Vieira, A., Silva, D.N., Loureiro, A., Tavares, S., Pereira, A.P., Azinheira, H.G., Guerra-Guimarães, L., Várzea, V., Silva, M.C., dan Oliveira, H. 2017. The Coffee Leaf Rust Pathogen *Hemileia vastatrix*: One and a Half Centuries Around the Tropics. *Molecular Plant Pathology*, 18(8): 1039–1051. <https://doi.org/10.1111/mpp.12512>
- Walters, D.R., dan Fountaine, J.M. 2009. Practical Application of Induced Resistance to Plant Diseases. *European Journal of Plant Pathology*, 124(1): 7–20. <https://doi.org/10.1007/s10658-008-9400-0>
- Walters, D.R., Ratsep, J., dan Havis, N.D. 2013. Controlling Crop Diseases Using Induced Resistance: Challenges for the Future. *Journal of Experimental Botany*, 64(5): 1263–1280. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert026>
- Wulansari, N.K., Prihatiningsih, N., Utami, D.R., Wiyantono, W., dan Riyanto, A. 2023. Isolation and Identification of Antagonistic Fungi on Coffee Leaf Rust in the Dieng Highlands of Banjarnegara, Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33(1): 1–7. <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00718-8>