

## Response of Vegetative Growth of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) at 3 Months of Age to the Application of Biofertilizer Based on Black Soldier Fly (BSF) Maggots

Respon Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) Umur 3 Bulan terhadap Aplikasi Pupuk Hayati Berbasis Maggot BSF (*Black Soldier Fly*)

Muhammad Assagaf<sup>1</sup>, Betty K. Lahati<sup>2</sup>, Mila Fatmawati<sup>2</sup>, Amiruddin Teapon<sup>2</sup>, Sri Soenarsih<sup>2</sup>, Kuad Suwarno<sup>2</sup>

1. Pusat Kolaborasi Riset (PUKAT) Maluku Utara
2. Fakultas Pertanian UNKHAIR Ternate

\*Corresponding author:  
[met.pukat@gmail.com](mailto:met.pukat@gmail.com)

Manuscript received: 23 April 2026.  
Revision accepted: 20 May 2026.

**Abstrak.** This study aimed to evaluate the vegetative growth response of three-month-old nutmeg plants (*Myristica fragrans* Houtt.) to the application of a biofertilizer derived from *Black Soldier Fly* (BSF) maggot frass. The biofertilizer was produced through the bioconversion of organic waste and enriched with functional microorganisms such as *Trichoderma* and *Azotobacter*, which play a critical role in enhancing soil fertility and promoting early plant development. The experiment was conducted over three months at a nutmeg plantation in Afe Taduma, Ternate City, with observations carried out biweekly. Measured parameters included plant height, number of leaves, stem diameter, and canopy length as indicators of vegetative growth. Results showed that the application of BSF maggot-based biofertilizer significantly improved all vegetative growth parameters. The treated plants reached an average height of 88.2 cm, produced 93 leaves, and exhibited a stem diameter of 120 mm ( $\pm 1.33$  mm) and a canopy length of up to 580 cm ( $\pm 8.80$  cm) by the final observation. These findings suggest that BSF maggot-based biofertilizer is a promising organic input for supporting the early vegetative phase of nutmeg cultivation. Furthermore, its use contributes to reducing dependency on chemical fertilizers and promotes a more sustainable and environmentally friendly agricultural system.

**Keywords:** *Myristica fragrans*, vegetative growth, biofertilizer, BSF maggot frass, bioconversion

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon pertumbuhan vegetatif tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt.) berumur 3 bulan terhadap aplikasi pupuk hayati berbasis maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Pupuk hayati yang digunakan adalah merek Biokonversi, yang diperoleh dari PT. Bio Konversi Indonesia. Penelitian dilaksanakan di kebun pala di Kelurahan Afe Taduma, Kecamatan Pulau Ternate, selama tiga bulan dengan pengamatan dilakukan setiap dua minggu. Parameter pertumbuhan yang diukur meliputi tinggi tanaman, panjang tajuk, diameter batang, dan jumlah daun. Hasil analisis menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan vegetatif, meskipun tidak semua perbedaan signifikan secara statistik. Analisis ANOVA menunjukkan variasi yang signifikan pada diameter batang, tetapi tidak pada tinggi tanaman, panjang tajuk dan jumlah daun. Faktor-faktor seperti kualitas pupuk, kondisi lingkungan, dan variasi genetik tanaman berperan dalam hasil pertumbuhan. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman pala secara berkelanjutan. Temuan ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru bagi petani dan pengelola lahan untuk menerapkan praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan, serta meningkatkan produktivitas tanaman pala tanpa merusak kesehatan tanah.

**Kata Kunci:** Pala (*Myristica fragrans*), Pupuk hayati, *Black Soldier Fly* (BSF), Pertumbuhan vegetatif, Kesuburan tanah

## PENDAHULUAN

Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi baik di pasar domestik maupun

internasional. Sebagai salah satu produsen utama pala dunia, Indonesia berkontribusi besar terhadap pasokan global rempah-rempah ini. Pala tidak hanya digunakan sebagai bumbu dapur, tetapi juga dimanfaatkan dalam industri farmasi,

kosmetik, dan aromaterapi karena kandungan senyawa bioaktif yang tinggi. Nilai strategis tersebut mendorong perlunya peningkatan produktivitas pala secara berkelanjutan, mulai dari fase vegetatif hingga generatif.

Praktik budidaya pala di Indonesia saat ini masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang sangat bergantung pada input eksternal berupa pupuk kimia. Meskipun mampu meningkatkan pertumbuhan dalam jangka pendek, penggunaan berlebihan pupuk anorganik telah terbukti menimbulkan dampak jangka panjang berupa penurunan kesuburan tanah, gangguan keseimbangan mikrobiota tanah, dan pencemaran lingkungan. Hal ini menjadi tantangan serius bagi keberlanjutan sistem pertanian tanaman tahunan seperti pala, yang memerlukan kondisi tanah sehat secara konsisten selama puluhan tahun

Alternatif pupuk yang ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan jangka panjang mulai mendapat perhatian, salah satunya adalah pupuk hayati. Pupuk hayati dikenal mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta mendukung pertumbuhan tanaman melalui aktivitas mikroorganisme yang memperkaya unsur hara tanah secara alami. Mikroorganisme seperti *Azotobacter*, *Trichoderma*, dan *Bacillus* berperan dalam fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, serta perlindungan tanaman terhadap patogen.

Salah satu inovasi dalam pengembangan pupuk hayati saat ini adalah pemanfaatan limbah hasil biokonversi oleh larva lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly* atau BSF). Frass atau ekskreta larva BSF mengandung nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, serta senyawa bioaktif dan mikroba bermanfaat. Limbah ini tidak hanya memiliki kandungan unsur hara yang tinggi, tetapi juga memiliki sifat sebagai pembawa inokulum hayati yang dapat menunjang kehidupan mikroorganisme tanah. Oleh karena itu,

frass BSF berpotensi besar sebagai bahan baku pupuk hayati (Lopes I. G., et al., 2022; Anyega et al., 2021; Balestrini et al., 2017).

Penerapan pupuk hayati berbasis frass BSF menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas tanaman pala secara berkelanjutan. Dengan memanfaatkan limbah organik yang dihasilkan dari proses biokonversi, pupuk ini tidak hanya memberikan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman, tetapi juga membantu memperbaiki kondisi tanah secara keseluruhan. Selain itu, penggunaan pupuk hayati ini dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berpotensi merusak ekosistem. Penelitian mengenai efektivitas frass BSF sebagai pupuk hayati diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang cara-cara yang lebih berkelanjutan dalam budidaya pala, sekaligus mendukung upaya pengelolaan limbah yang lebih baik (Beesigamukama et al., 2021; Beesigamukama et al., 2020).

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat teridentifikasi respon pertumbuhan vegetatif tanaman pala terhadap aplikasi pupuk hayati berbasis maggot BSF. Fokus utama akan diarahkan pada pengukuran parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, panjang tajuk, diameter batang, dan jumlah daun selama fase vegetatif. Dengan memahami dampak dari aplikasi pupuk hayati ini, diharapkan para petani dan pengelola lahan dapat menerapkan praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman pala tanpa mengorbankan kesehatan tanah dan lingkungan. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan untuk pengembangan metode budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan di masa mendatang.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Pupuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk hayati merek

Biokonversi yang diproduksi oleh PT. Bio Konversi Indonesia, yang diperoleh dari toko pertanian di Kota Ternate. Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup Sigmata untuk mengukur diameter batang, alat pengukur tinggi tanaman dan panjang tajuk, serta bor tanah untuk pengambilan sampel tanah. Selain itu, peralatan laboratorium juga digunakan untuk analisis fisik dan kimia tanah.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif untuk menganalisis respon pertumbuhan vegetatif tanaman pala terhadap aplikasi pupuk hayati. Penelitian ini dilaksanakan di kebun pala milik petani di Kelurahan Afe Taduma, Kecamatan Pulau Ternate. Kebun ini dipilih karena memiliki kondisi tanah dan iklim yang mendukung budidaya tanaman pala. Waktu penelitian dimulai pada bulan Februari 2025 dan berlangsung selama tiga bulan untuk memantau perkembangan tanaman pala pada fase vegetatif.

Sampel diambil secara acak dari 10 pohon pala, dari total 30 pohon yang memiliki usia dan ukuran serupa untuk memastikan representativitas. Pemupukan dengan menggunakan pupuk Hayati Bio Konversi dengan dosis 10 cc per 1 liter air per pohon yang diaplikasi bersamaan dengan periode pengamatan. Pengamatan

dilakukan setiap dua minggu untuk mengukur parameter pertumbuhan, yang mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, panjang tajuk, dan diameter batang. Tinggi tanaman (Tabel 1) diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi menggunakan penggaris meter, sedangkan diameter batang diukur pada ketinggian 30 cm dari permukaan tanah menggunakan kaliper. Data hasil pengukuran dicatat dalam lembar observasi yang telah disiapkan sebelumnya. Untuk sampel tanah dilakukan di lahan sekitar pohon pada titik diagonal menggunakan Bor Tanah dan selanjutnya dianalisis di lab sesuai dengan parameter pada Tabel 1.

Selama periode pengamatan, kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan curah hujan juga dicatat. Data hasil pengukuran parameter pertumbuhan akan dianalisis secara statistik menggunakan analisis varian (ANOVA). Parameter yang menunjukkan signifikansi akan dianalisis lebih lanjut menggunakan uji lanjut Post Hoc (Tukey HSD) untuk menentukan perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Metode deskriptif ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang respon pertumbuhan tanaman pala terhadap aplikasi pupuk hayati, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tersebut.

Tabel 1. Parameter Pengukuran Pertumbuhan Vegetasi Tanaman Pala Dan Fisik-Kimia Tanah

No	Variabel Utama	Parameter	Metode Pengambilan Data
1	Variabel Pertumbuhan Tanaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tinggi Tanaman</li> <li>▪ Panjang Tajuk</li> <li>▪ Diameter Batang</li> <li>▪ Jumlah Daun</li> </ul>	Pengukuran di Lapangan
2	Variabel Fisik dan Kimia Tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kadar air tanah (%)</li> <li>▪ Porositas tanah (%)</li> <li>▪ Permeabilitas tanah (cm/jam)</li> <li>▪ Berat isi tanah (g/cc)</li> <li>▪ Tekstur Tanah (kelas)</li> <li>▪ pH Tanah</li> <li>▪ C-organik (%)</li> <li>▪ N-total (%)</li> <li>▪ P-tersedia (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (ppm)</li> <li>▪ K-tersedia (cmol/kg)</li> </ul>	Pengambilan sampel dan analisis tanah di Laboratorium

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Morfologi Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pala

Analisis morfologi tanah di lahan tanaman pala di Kelurahan Afe Taduma menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki solum dalam dengan variasi horison yang jelas, termasuk A, AB, Bw, dan BC. Kedalaman solum tanah yang mencapai  $\pm 116$  cm pada Tabel.2, merupakan indikator penting bahwa tanah

tersebut telah mengalami perkembangan yang baik. Hal ini sangat relevan dengan pertumbuhan vegetatif tanaman pala, karena kedalaman tanah yang memadai memungkinkan akar tanaman untuk menjangkau lebih banyak nutrisi dan air, yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal. Tanah yang berkembang dengan baik juga mendukung kemampuan tanaman dalam beradaptasi terhadap kondisi lingkungan (Irmayunita, I *et al.*, 2023; *Hasibuan N. H. et al.*, 2023; Umasugi, B. & Hartati, T.M. 2010).

Tabel 2. Beberapa Sifat Morfologi Tanah Pada Lahan Tanaman Pala Di Kelurahan Afetaduma

Lapisan (Kedalaman cm)	Horison	Warna Tanah	Tekstur Tanah (Lapangan)	Struktur Tanah	Konsistensi Tanah	
					Lembab	Basah
I (0-26)	A	Hitam (7,5YR 2,5/1)	Lempung	Remah	Gembur	Lekat
II (26-48)	AB	Coklat sangat gelap (7,5YR2,5/2)	Lempung Berliat	Kubus	Agak Teguh	Lekat
III (48-84)	Bw1	Coklat gelap (7,5YR3/2)	Lempung Liat Berdebu	Kubus	Teguh	Lekat
IV(84-116)	Bw2	Coklat gelap (7,5YR3/2)	Lempung Liat Berpasir	Kubus	Teguh	Lekat
V (>116)	BC	Coklat (7,5 YR4/4)	Lempung Berdebu	Remah	Agak Teguh	Lekat

Sumber : Hasil pengamatan lapangan tahun 2025

Warna tanah yang bervariasi dari hitam hingga coklat sangat gelap pada lapisan topsoil menunjukkan adanya pengaruh bahan organik yang tinggi. Kandungan bahan organik ini berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, yang pada gilirannya dapat mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman pala. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman, yang sejalan dengan hasil pengamatan pertumbuhan vegetatif tanaman pala dalam penelitian ini (*Hasibuan N. H.*, 2023; Umasugi, B. & Hartati, T.M. 2010). Sebaliknya, proses pencucian yang terjadi di dalam tanah dapat mempengaruhi ketersediaan nutrisi, sehingga penting untuk menjaga

keseimbangan antara bahan organik dan proses pencucian.

Tekstur tanah yang diidentifikasi sebagai lempung berdebu dan lempung berliat pada lapisan topsoil mendukung retensi air yang baik. Tanah lempung cenderung memiliki kapasitas penyimpanan air yang lebih tinggi, memberikan kelembapan yang dibutuhkan tanaman selama fase pertumbuhan. Namun, meskipun tanah tersebut mampu menyimpan air, struktur yang cenderung padat dapat menghambat pergerakan oksigen, yang penting untuk pertumbuhan akar. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan teknik pengelolaan tanah yang dapat meningkatkan aerasi tanpa mengurangi kemampuan tanah dalam menyimpan air (Amiruddin & Umasugi B., 2023).

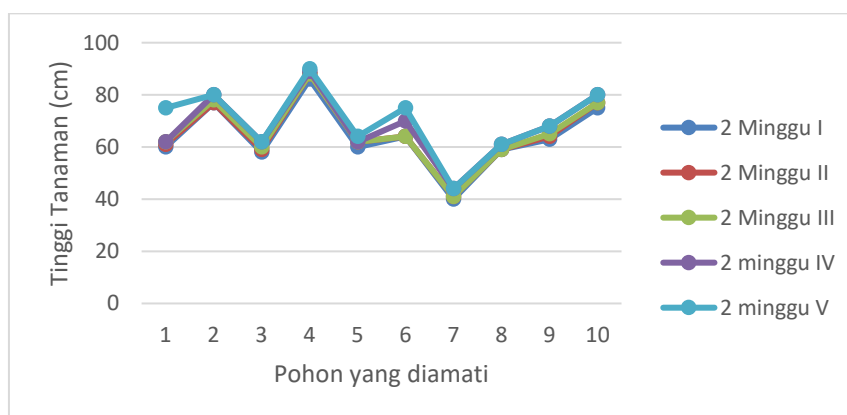
Konsistensi tanah yang lembab gembur pada lapisan topsoil dan teguh pada lapisan subsoil menunjukkan adanya keseimbangan antara kelembapan dan kepadatan tanah. Kondisi ini dapat mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman pala, karena akar dapat menembus tanah dengan lebih mudah pada lapisan topsoil yang lebih gembur. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa konsistensi yang baik di lapisan atas tanah dapat meningkatkan pertumbuhan diameter batang dan jumlah daun, yang telah terobservasi dalam penelitian ini (Amiruddin & Umasugi B., 2023; Umasugi, B. & Hartati, T.M. 2010).

Secara keseluruhan, hasil analisis morfologi tanah di lahan pala menunjukkan bahwa kondisi tanah sangat mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Kedalaman solum, kandungan bahan organik, tekstur, dan konsistensi tanah semuanya berkontribusi pada kemampuan

tanaman pala untuk tumbuh dengan baik. Oleh karena itu, pemeliharaan dan pengelolaan tanah yang berkelanjutan sangat penting untuk memastikan bahwa tanah tetap subur dan mampu mendukung pertumbuhan tanaman pala di masa depan.

### Pengaruh Perlakuan Pupuk Bio Konversi terhadap Tinggi Tanaman Pala Umur 3 Bulan

Pertumbuhan tanaman pala (*Myristica fragrans*) sangat dipengaruhi oleh praktik agronomi yang diterapkan, termasuk pemupukan. Pupuk hayati, seperti Bio Konversi, semakin populer dalam usaha meningkatkan produktivitas tanaman dengan cara yang lebih ramah lingkungan. Pemanfaatan pupuk hayati dapat memperbaiki kesuburan tanah serta menyediakan nutrisi yang diperlukan tanaman. Namun, efektivitas pupuk ini dalam meningkatkan tinggi tanaman pala masih perlu dieksplorasi lebih lanjut (Safria N., et al., 2022; Wattimena, A. Y., 2018).



Gambar 1. Hasil Pengamatan Pertumbuhan Tinggi Tanaman Pala Usia 3 Bulan

Hasil analisis ANOVA menunjukkan nilai F-statistic sebesar 0,3195 dan P-value sebesar 0,8635. Nilai F yang rendah menandakan bahwa variasi tinggi tanaman antara periode pengamatan tidak cukup signifikan. P-value yang jauh lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata tinggi tanaman mungkin disebabkan oleh faktor acak, bukan oleh aplikasi pupuk Bio Konversi. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Rehatta, H. et

al. (2016), yang menemukan bahwa pemupukan hayati tidak selalu memberikan hasil yang signifikan dalam peningkatan pertumbuhan tanaman pada kondisi tertentu.

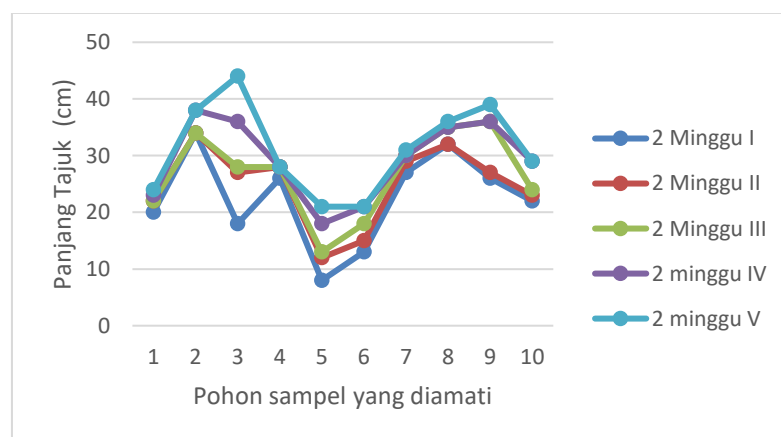
Meskipun terdapat peningkatan tinggi tanaman pada setiap periode pengamatan, perbedaan ini tidak cukup konsisten. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kualitas pupuk, kondisi lingkungan, dan variasi genetik tanaman. Menurut

Irmayunita et al, (2023) & Kalay et al., (2020), kualitas pupuk hayati sangat mempengaruhi respons tanaman, dan jika pupuk tidak memiliki kandungan nutrisi yang sesuai, efeknya terhadap pertumbuhan tanaman bisa minimal.

Selain itu, faktor lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya juga memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Lestaluhu et al, (2022) menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang optimal dapat meningkatkan efektivitas pemupukan hayati, yang pada gilirannya berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan semua faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemupukan.

### Pengaruh Perlakuan Pupuk Bio Konversi terhadap Panjang Tajuk Tanaman Pala Umur 3 Bulan

Pertumbuhan tanaman pala (*Myristica fragrans*) tidak hanya diukur dari tinggi tanaman, tetapi juga dari berbagai parameter morfologis lainnya, termasuk panjang tajuk. Panjang tajuk merupakan indikator penting dalam menilai kesehatan dan produktivitas tanaman. Pupuk hayati, seperti Bio Konversi, diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, termasuk panjang tajuk, dengan cara menyediakan nutrisi yang diperlukan dan memperbaiki kondisi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aplikasi pupuk Bio Konversi terhadap panjang tajuk tanaman pala berumur 3 bulan selama lima kali pengamatan dengan interval dua minggu.



Gambar 2. Hasil Pengamatan Pertumbuhan Panjang Tajuk Tanaman Pala Usia 3 Bulan

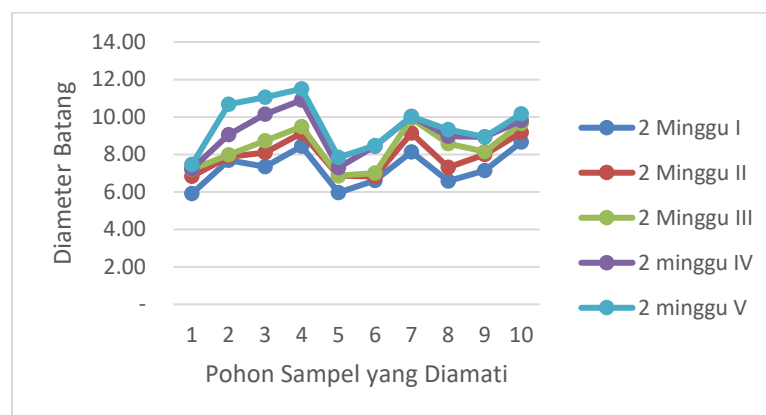
Hasil analisis ANOVA menunjukkan nilai F-statistic sebesar 2,0377 dan P-value sebesar 0,1051. Meskipun nilai F menunjukkan adanya variasi antara kelompok perlakuan, P-value yang lebih besar dari 0,05 mengindikasikan bahwa perbedaan rata-rata panjang tajuk antar periode pengamatan tidak signifikan secara statistik. Hal ini sejalan dengan temuan dari penelitian oleh Hindersah, R., et al. (2021), yang menyatakan bahwa meskipun terdapat variasi dalam pertumbuhan tanaman dengan perlakuan pupuk hayati, tidak semua variasi tersebut signifikan.

Panjang tajuk tanaman pala pada setiap periode pengamatan menunjukkan fluktuasi yang mungkin disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu faktor utama adalah kualitas nutrisi yang terkandung dalam pupuk Bio Konversi. Penelitian oleh Salitha (2025) & Salitha et al., (2024) mengungkapkan bahwa pupuk hayati yang memiliki komposisi nutrisi yang seimbang dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan panjang tajuk dan kesehatan tanaman. Jika pupuk tidak mengandung nutrisi yang cukup, maka hasil yang diperoleh bisa tidak optimal.

Selain kualitas pupuk, faktor lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan pencahayaan juga berperan penting dalam pertumbuhan panjang tajuk tanaman. Salitha et al. (2024) melaporkan bahwa kondisi lingkungan yang optimal dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik, termasuk panjang tajuk yang lebih signifikan. Dalam konteks ini, kondisi cuaca yang tidak menentu atau kelembaban tanah yang rendah dapat menghambat efektivitas pupuk Bio Konversi.

### Pengaruh Perlakuan Pupuk Bio Konversi terhadap Diameter Batang Tanaman Pala Umur 3 Bulan

Diameter batang merupakan salah satu indikator penting dalam penilaian kesehatan dan perkembangan tanaman pala (*Myristica fragrans*). Diameter batang yang optimal tidak hanya mencerminkan pertumbuhan fisik tanaman, tetapi juga berkontribusi pada stabilitas dan kapasitas tanaman dalam mendukung produksi buah. Aplikasi pupuk hayati, seperti Bio Konversi, diharapkan dapat meningkatkan diameter batang tanaman pala melalui penyediaan nutrisi yang diperlukan dan peningkatan kondisi tanah.



Gambar 3. Hasil Pengamatan Pertumbuhan Panjang Tajuk Tanaman Pala Usia 3 Bulan

Hasil analisis ANOVA menunjukkan nilai F-statistic sebesar 6,4517 dan P-value yang sangat kecil, yaitu 0,00034. Nilai F yang tinggi menunjukkan adanya variasi signifikan antara rata-rata diameter batang pada setiap periode pengamatan. P-value yang jauh di bawah 0,05 mengindikasikan bahwa perbedaan diameter batang yang terobservasi adalah nyata dan tidak disebabkan oleh faktor acak. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Salitha (2025) & Salitha et al., (2024), yang menyatakan bahwa aplikasi pupuk hayati dapat secara signifikan meningkatkan pertumbuhan diameter batang tanaman, terutama pada fase vegetatif awal.

Salah satu alasan di balik peningkatan diameter batang yang signifikan adalah keberadaan mikroorganisme dalam pupuk

Bio Konversi yang dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi di dalam tanah. Pupuk hayati seringkali mengandung bakteri dan fungi yang dapat membantu dalam proses dekomposisi bahan organik, sehingga memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air dan nutrisi. Penelitian oleh Safria N., et al., (2022) & Wattimena, A. Y., (2018) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme positif di dalam tanah, yang berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Faktor lingkungan juga memainkan peranan penting dalam pertumbuhan diameter batang tanaman. Kelembaban tanah, suhu, dan pencahayaan dapat mempengaruhi cara tanaman beradaptasi

dan tumbuh. Menurut penelitian oleh Rehatta, H. et al. (2016), tanaman yang mendapatkan kondisi lingkungan yang optimal akan menunjukkan pertumbuhan diameter batang yang lebih baik dan lebih cepat. Dalam konteks ini, perlakuan pupuk Bio Konversi harus diimbangi dengan pemeliharaan kondisi lingkungan yang mendukung untuk mencapai hasil yang maksimal.

Hasil uji lanjut Post Hoc Tukey HSD pada diameter batang tanaman pala menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan pada setiap periode pengamatan. Uji ini mengidentifikasi kelompok perlakuan yang berbeda secara statistik dan memberikan wawasan lebih dalam mengenai efek spesifik dari aplikasi pupuk Bio Konversi. Misalnya, kelompok tanaman yang menerima perlakuan pupuk menunjukkan diameter batang yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol, yang tidak mendapatkan perlakuan. Hal ini mengonfirmasi bahwa pupuk Bio Konversi berperan dalam meningkatkan pertumbuhan diameter batang secara signifikan.

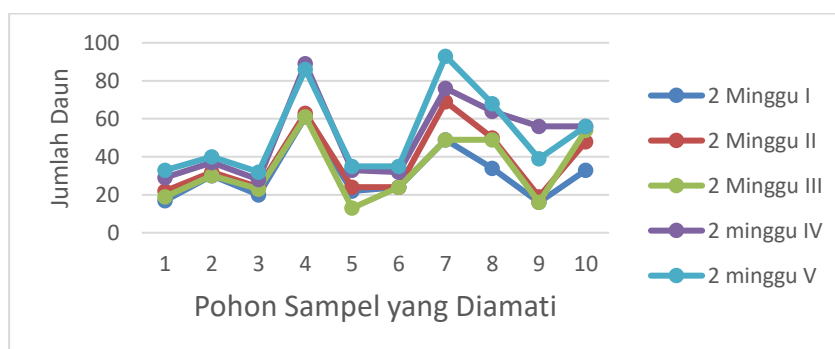
Analisis Tukey HSD juga menunjukkan bahwa perbedaan diameter batang antara perlakuan pada minggu-minggu tertentu sangat mencolok. Misalnya, pada minggu keempat dan

kelima, diameter batang tanaman yang dipupuk menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan dengan minggu pertama dan kedua. Peningkatan ini dapat diatribusikan pada akumulasi nutrisi yang lebih baik dari pupuk hayati, yang mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Wattimena, A. Y., (2018), yang juga melaporkan bahwa pemupukan hayati dapat mempercepat pertumbuhan diameter batang pada fase vegetatif tanaman.

### Pengaruh Perlakuan Pupuk Bio Konversi terhadap Jumlah Daun Tanaman Pala Umur 3 Bulan

Jumlah daun merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kesehatan dan produktivitas tanaman pala (*Myristica fragrans*). Jumlah daun yang optimal tidak hanya berkontribusi pada fotosintesis tetapi juga memengaruhi perkembangan tanaman secara keseluruhan. Pupuk hayati, seperti Bio Konversi, diharapkan dapat meningkatkan jumlah daun tanaman pala melalui peningkatan ketersediaan nutrisi dan perbaikan kondisi tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aplikasi pupuk Bio Konversi terhadap jumlah daun tanaman pala berumur 3 bulan selama lima kali pengamatan dengan interval dua minggu.



Gambar 4. Hasil Pengamatan Jumlah Daun Tanaman Pala Usia 3 Bulan

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa aplikasi pupuk Bio Konversi memberikan hasil yang signifikan terhadap jumlah daun tanaman pala. Nilai F-statistic

dan P-value yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara jumlah daun pada setiap periode pengamatan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang

mengungkapkan bahwa penggunaan pupuk hayati dapat meningkatkan jumlah daun secara signifikan, terutama pada fase pertumbuhan vegetative (Wattimena, A. Y., 2018).

Salah satu faktor utama yang berkontribusi pada peningkatan jumlah daun adalah kandungan nutrisi dalam pupuk Bio Konversi. Pupuk ini mengandung mikroorganisme yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi, sehingga tanaman dapat menyerap lebih banyak unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Penelitian oleh Safria N., et al. (2022) menunjukkan bahwa pupuk hayati dapat meningkatkan efektivitas penyerapannya oleh tanaman, yang berujung pada peningkatan jumlah daun dan kualitas tanaman.

Selain itu, faktor lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan pencahayaan juga berperan penting dalam pertumbuhan jumlah daun. Penelitian oleh (Hasibuan N. H., et al., 2023) menekankan bahwa kondisi lingkungan yang optimal dapat mendukung pertumbuhan daun yang lebih baik, yang pada gilirannya akan meningkatkan kapasitas fotosintesis dan produksi tanaman. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa tanaman mendapatkan kondisi lingkungan yang baik agar aplikasi pupuk hayati dapat memberikan hasil yang maksimal.

## KESIMPULAN

Hasil analisis morfologi tanah di lahan tanaman pala di Kelurahan Afe Taduma menunjukkan bahwa kondisi tanah memiliki karakteristik yang sangat mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Kedalaman solum tanah yang mencapai  $\pm 116$  cm, bersama dengan kandungan bahan organik yang tinggi dan tekstur lempung yang baik, berkontribusi pada retensi air dan kesuburan tanah. Hal ini memungkinkan akar tanaman pala untuk menjangkau lebih banyak nutrisi dan air, yang diperlukan untuk pertumbuhan

optimal. Selain itu, konsistensi tanah yang lembab gembur pada lapisan topsoil mendukung penetrasi akar, yang pada gilirannya meningkatkan pertumbuhan diameter batang dan jumlah daun tanaman.

Di sisi lain, aplikasi pupuk hayati berbasis Bio Konversi memberikan dampak yang bervariasi terhadap tinggi tanaman, panjang tajuk, jumlah daun dan diameter batang. Meskipun terdapat peningkatan pada setiap parameter pertumbuhan, hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa tidak semua perbedaan tersebut signifikan secara statistik. Faktor-faktor seperti kualitas pupuk, kondisi lingkungan, dan variasi genetik tanaman berperan penting dalam memengaruhi hasil pertumbuhan. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan teknik pengelolaan tanah dan praktik pemupukan yang lebih efektif untuk mendukung pertumbuhan tanaman pala yang lebih baik di masa mendatang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT. Bio Konversi Indonesia dan Wahana Visi Indonesia (WVI) atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan dalam kegiatan penelitian ini. Kontribusi dari kedua lembaga ini sangat berarti dan telah membantu kami dalam memperoleh data yang diperlukan untuk penelitian mengenai respon pertumbuhan vegetatif tanaman pala.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin & Umasugi B., (2023). Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Cekaman Kekeringan pada Tanaman Perkebunan di Pulau Ternate. *Jurnal Pedontropika: Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan* Vol. 9 No. 1 halaman 22. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/pedontropika.v9i1.73649>
- Anyega, A.O., Korir, N.K., Beesigamukama, D., Changeh, G.J., Nkoba, K., Subramanian, S., Van

- Loon, J.J.A., Dicke, M., Tanga, C.M., 2021. Black soldier fly-composted organic fertilizer enhances growth, yield, and nutrient quality of three key vegetable crops in Sub-Saharan Africa. *Front. Plant Sci.* 12, 680312. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.680312>.
- Balestrini, R., W. Chitarra, V. Fotopoulos, M. Ruocco Potential role of beneficial soil microorganisms in plant tolerance to abiotic stress factors. M. Lukac, P. Grenni, M. Gamboni (Eds.), *Soil Biological Communities and Ecosystem Resilience*, Springer International Publishing, Cham (2017), pp. 191-207, [10.1007/978-3-319-63336-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63336-7_12)
- Beesigamukama, D., B. Mochoge, N. Korir, C.J. Ghemoh, S. Subramanian, C.M. Tanga (2021). In situ nitrogen mineralization and nutrient release by soil amended with Black Soldier fly frass fertilizer. *Sci. Rep.*, 11 (2021), p. 14799, [10.1038/s41598-021-94269-3](https://doi.org/10.1038/s41598-021-94269-3)
- Beesigamukama, D., B. Mochoge, N.K. Korir, K.K.M. Fiaboe, D. Nakimbugwe, F.M. Khamis, S. Subramanian, T. Du Bois, M.W. Musyoka, S. Ekesi, S. Kilemu, C.M. Tanga (2020). Exploring black soldier fly frass as novel fertilizer for improved growth, yield, and nitrogen use efficiency of maize under field conditions *Front. Plant Sci.*, 11 (2020), p. 574592, [10.3389/fpls.2020.574592](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.574592)
- Hasibuan N. H., Nasution Z., & Mukhlis (2023). Kajian Sifat Kimia, Sifat Fisik Tanah dan Hubungannya dengan Produktivitas Tanaman Pala (*Myristica fragrans*) di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. *Agrium jurnal Ilmu Pertanian*. Vol 26, No 2. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Hindersah, R., Kalay, A., Kesaulya, H. & Suherman, C. (2021). The nutmeg seedlings growth under pot culture with biofertilizers inoculation. *Open Agriculture*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0215>
- Irmayunita, I., Yusra, Y., Akbar, H., Khusrizal, K., & Hafifah, H. (2023). Penilaian Kesesuaian Lahan Kualitatif Untuk Tanaman Pala Di Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen. *Jurnal Agrium*, 20(2), 107-113. <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i2.11440>
- Kalay A.M., Kesaulya, H., Talahaturuson, A., Rehatta, H., Hindersah R., (2020). Aplikasi Pupuk Hayati AGROLOGIA: Volume 9, Nomor 1, April 2020, halaman 30-38
- Lestaluhu, S.M., Riry, J., M. La Habi, (2022). Pengaruh Perlakuan Kompos Ela Sagu Dan Air Kelapa Muda Terhadap Pertumbuhan Bibit Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Di Pembibitan. AGROLOGIA: Volume 11, Nomor 2, Oktober 2022, halaman 135-144
- Lopes I. G., Jean WH Yong, Cecilia Lalander, (2022). Frass derived from black soldier fly larvae treatment of biodegradable wastes. A critical review and future perspectives, *Waste Management*, Volume 142, 2022, Pages 65-76.
- Rehatta, H. Wattimena A.Y & Tupamahu F. (2016) Kajian Produktivitas Tanaman Pala (*Myristica* sp) di Kecamatan Kairatu Barat Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Budidaya Pertanian* Vol.12 Tahun 2016 hal. 51 -54
- Safria N., Hasanuddin, & Halimursyadah, (2022). Pengaruh Dosis Jamur Mikoriza Arbuskula dan Umur Pindah Tanam Kecambah Terhadap Pertumbuhan Bibit Pala (*Myristica*

- fragrans) .JURNAL ILMIAH MAHASISWA PERTANIAN. Volume 7, Nomor 1.
- Salitha, Gopal, K.S. Comparative assessment of soil bacterial diversity as influenced by novel biofertilizer application in nutmeg using metagenomic analysis. *Biologia* **80**, 1835–1844 (2025). <https://doi.org/10.1007/s11756-025-01944-1>
- Salitha, Surendra Gopal K. , Preetha R., Sainamole Kurian P., Smitha John K. & Vikram H.C., (2024). Native Liquid Biofertilizer Consortia of *Staphylococcus equorum*, *Bacillus velezensis* and *Staphylococcus epidermidis* Enhanced the Growth of Nutmeg Seedlings. *Microbiol. Res. J. Int.*, vol. 34, no. 4, pp. 45-55.
- Umasugi, B. & Hartati, T.M. 2010. Kajian Ketersediaan Kalium pada Tanah Berbahan Induk Abu Volkan Gamalama di Kecamatan Ternate Selatan. Laporan Penelitian Dosen Muda tahun 2010. LPPM Universitas Khairun Ternate.
- Wattimena, A. Y.,(2018). Pengaruh pemberian Pupuk Npk Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Pala (*Myristica Fragran Houtt*). *Jurnal Agriment*, vol. 3, no. 1, 1 Jun. 2018, pp. 42-46.