



## Pengujian Pupuk Organik Cair dari Kolam Limbah Pabrik Kelapa Sawit dan Pupuk Hayati Biofertiizer Pada Bibit Kelapa Sawit di Main Nursery

### *Testing of Liquid Organic Fertilizer from Palm Oil Mill Waste Ponds and Biofertilizer on Oil Palm Seedlings in the Main Nursery*

Ermaja King Sihaloho, Nur Aisyah Dalimunte, Ade Angga Sahfitra & Gusmeizal

Program Studi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

#### Abstrak

Kebijakan pemerintah menerapkan industri energi terbarukan dari minyak sawit memberi peluang penyediaan bahan tanaman dalam jumlah yang sangat besar untuk memenuhi kebutuhan perluasan areal kelapa sawit. Harga pupuk yang terus meningkat setiap tahun menjadi masalah bagi produsen penyedia bibit kelapa sawit. Penggunaan pupuk organik cair (POC) dari limbah pabrik kelapa sawit dan pupuk hayati Biofertilizer merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan akan pupuk anorganik yang selama ini digunakan di pembibitan kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair pada bibit kelapa sawit dan pupuk hayati biofertilizer nyata menghasilkan pertumbuhan bibit kelapa sawit di main nursery dibandingkan dengan penggunaan pupuk anorganik. Penggunaan POC dari limbah kelapa sawit pada dosis 2,25 cc per bibit per sekali aplikasi nyata lebih baik pertumbuhannya dibanding dengan penggunaan pupuk anorganik. Demikian pula pemberian pupuk hayati pada dosis 0,3% nya menghasilkan pertumbuhan bibit yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik, akan tetapi bila kedua perlakuan tersebut dikombinasikan justru tidak lebih baik dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik.

Kata Kunci: POC Dari Limbah KS; Pupuk Hayati Biofertilizer; Bibit KS Main Nursery

#### Abstract

The government's policy of implementing a renewable energy industry based on palm oil provides an opportunity to supply significant amounts of planting material to meet the needs of expanding oil palm plantations. The annual increase in fertilizer prices poses a challenge for oil palm seedling producers. The use of liquid organic fertilizer (POC) from palm oil mill waste and Biofertilizer is an alternative to reduce dependence on inorganic fertilizers currently used in oil palm nurseries. The results of the study showed that applying liquid organic fertilizer to oil palm seedlings and Biofertilizer significantly improved the growth of oil palm seedlings in the main nursery compared to the use of inorganic fertilizers. The use of POC from palm oil waste at a dose of 2.25 cc per seedling per application significantly improved growth compared to the use of inorganic fertilizers. Similarly, the application of biofertilizer at a dose of 0.3% resulted in better seedling growth compared to the application of inorganic fertilizers. However, the combination of the two treatments did not significantly improve the growth of the main nursery seedlings.

**Keywords:** POC From KS Waste; Biofertilizer; KS Main Nursery Seedlings

**How to Cite:** Sihaloho, E.K., Dalimunte, N.A., Sahfitra, A.A. & Gusmeizal (2026) Pengujian Pupuk Organik Cair Dari Kolam Limbah Pabrik Kelapa Sawit dan Pupuk Hayati Biofertiizer pada Bibit Kelapa Sawit di Main Nursery, *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 8(1) 2026: 141-148



## **PENDAHULUAN**

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan Indonesia yang memberikan kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi nasional dan kesejahteraan masyarakat pedesaan. Dari sisi ekonomi, kelapa sawit berperan penting sebagai sumber devisa negara terbesar di sektor nonmigas, sementara secara sosial, keberadaannya mampu menciptakan lapangan kerja dan meningkatkan taraf hidup masyarakat, khususnya di daerah pedesaan yang menjadi sentra produksi (Ditjenbun, 2022). Luas areal perkebunan kelapa sawit Indonesia hingga April 2022 mencapai 16,38 juta hektar dengan proyeksi produksi minyak sawit mentah (CPO) sebesar 56,43 juta ton per tahun (GAPKI, 2021).

Kebijakan pemerintah melalui *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 12 Tahun 2015* menetapkan target bauran *Fatty Acid Methyl Esters (FAME)* dalam biodiesel sebesar 30 persen (B30) pada tahun 2025, yang telah diimplementasikan sejak 2020. Penerapan program B30 diproyeksikan akan meningkatkan kebutuhan bahan baku CPO secara signifikan. Suryadarma (2021a) memperkirakan bahwa kebijakan ini akan menyebabkan defisit pasokan CPO jika tidak diimbangi dengan penambahan areal kelapa sawit sekitar 5,2 juta hektar, dan apabila kebijakan B50 diterapkan, diperlukan tambahan lahan hingga 9,2 juta hektar. Lebih jauh, rencana pemerintah untuk mengimplementasikan kebijakan D100 (Diesel 100 persen berbasis minyak sawit) pada tahun 2025 berpotensi mendorong ekspansi perkebunan besar-besaran ke wilayah baru seperti Papua, dengan risiko deforestasi dan degradasi lingkungan yang signifikan (Suryadarma, 2021b).

Di sisi lain, kebijakan energi terbarukan berbasis minyak sawit juga memberikan peluang ekonomi baru bagi industri penyedia bibit kelapa sawit. Namun, tantangan muncul dari meningkatnya harga pupuk kimia yang berdampak langsung pada biaya produksi bibit. Berdasarkan data PT Pupuk Indonesia (2020), harga pupuk non-subsidi meningkat rata-rata 5% setiap tahun dari 2016 hingga 2019. Kondisi ini mendorong perlunya alternatif pemupukan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Salah satu solusi potensial adalah penggunaan pupuk organik cair (POC) yang berasal dari limbah cair pabrik kelapa sawit (Palm Oil Mill Effluent), serta pemanfaatan biofertilizer yang mengandung mikroorganisme menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman (Rahman et al., 2019).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas pupuk organik cair dan biofertilizer terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Yuliani et al. (2018) melaporkan bahwa aplikasi POC berbasis limbah kelapa sawit mampu meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang bibit kelapa sawit hingga 25% dibandingkan kontrol. Nasution et al. (2020) menemukan bahwa kombinasi POC dan biofertilizer berpengaruh signifikan terhadap peningkatan serapan hara nitrogen dan fosfor. Putri dan Harahap (2021) menunjukkan bahwa penggunaan biofertilizer berbasis *Rhizobium* dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan efisiensi penggunaan pupuk kimia hingga 30%. Selain itu, Simanjuntak et al. (2022) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik cair mampu memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatkan aktivitas mikroba di sekitar perakaran kelapa sawit. Sementara itu, Dalimunthe et al. (2023) menegaskan bahwa integrasi pupuk organik cair dan biofertilizer memberikan hasil yang setara bahkan lebih baik dibandingkan penggunaan pupuk anorganik tunggal pada fase pembibitan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair dan biofertilizer terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada fase pembibitan utama, serta mengevaluasi potensi kombinasi keduanya sebagai alternatif pengganti sebagian pupuk anorganik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, Medan, Sumatera Utara, mulai bulan Mei 2020 hingga Februari 2021. Lokasi penelitian memiliki topografi datar dengan ketinggian  $\pm 22$  meter di atas permukaan laut. Kondisi lingkungan percobaan yang relatif homogen memungkinkan pelaksanaan penelitian dengan kontrol lingkungan yang baik terhadap pengaruh faktor luar seperti curah hujan dan intensitas cahaya (Soepardi, 1983).

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan, yaitu pupuk organik cair (POC) dari kolam limbah pabrik kelapa sawit (L) dan pupuk hayati biofertilizer (B). Faktor pertama (POC) terdiri atas empat taraf perlakuan:

L0 = tanpa POC (pemupukan konvensional sesuai rekomendasi NPK Mutiara),

L1 = POC dosis 75 cc per polibag,

L2 = POC dosis 150 cc per polibag, dan

L3 = POC dosis 225 cc per polibag.

Faktor kedua, yaitu pupuk hayati biofertilizer, terdiri atas empat taraf perlakuan:

B0 = tanpa biofertilizer,

B1 = konsentrasi 0,1%,

B2 = konsentrasi 0,2%, dan

B3 = konsentrasi 0,3%.

Dengan demikian terdapat 16 kombinasi perlakuan ( $4 \times 4$ ), masing-masing diulang dua kali, sehingga total terdapat 32 satuan percobaan. Bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) varietas SMB berumur tiga bulan dari *pre-nursery* dipindahkan ke *main nursery* menggunakan polibag berukuran  $30 \times 40$  cm. Bibit disusun pada jarak tanam  $90 \times 90$  cm dengan sistem segitiga sama sisi, jarak antarplot 80 cm, dan jarak antarulangan 160 cm.

Bahan yang digunakan meliputi bibit kelapa sawit varietas SMB, pupuk anorganik NPK Mutiara, limbah cair kelapa sawit (LCKS) yang berasal dari kolam pengolahan pabrik kelapa sawit, dekomposer Ryansidec, molases sebagai sumber karbon mikroba, serta pupuk hayati Biofertilizer yang mengandung mikroba pelarut fosfat dan pengikat nitrogen (Rahman et al., 2019; Nasution et al., 2020). Alat yang digunakan meliputi water pump, pipa penghubung, drum 200 liter, jerigen plastik, ember, serta alat ukur pH, BOD, dan COD untuk analisis kualitas limbah cair.

Proses pembuatan POC dilakukan melalui aktivasi mikroba dalam Ryansidec dengan menambahkan 1 kg Ryansidec dan 250 g molases ke dalam 10 liter air, diaduk selama 2–3 jam, lalu didiamkan 24 jam untuk fermentasi awal. Selanjutnya, aktivasi LCKS menjadi POC dilakukan dengan sistem aerasi menggunakan water pump selama tujuh hari berturut-turut. Tujuan aerasi adalah untuk mengubah kondisi anaerob menjadi aerob, menurunkan nilai BOD dan COD, serta menstabilkan pH larutan menjadi 6–7 agar sesuai dengan baku mutu lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2014). POC dianggap siap digunakan apabila BOD dan COD  $< 5000$  ppm (Isroi, 2020).

Aplikasi POC dilakukan sesuai dosis perlakuan bersamaan dengan jadwal pemupukan NPK Mutiara di *main nursery*, sedangkan aplikasi biofertilizer diberikan satu minggu setelah pemupukan NPK dan POC. Pemeliharaan bibit dilakukan mengikuti standar teknis pembibitan kelapa sawit, termasuk penyiraman, penyiangan, dan pengendalian hama penyakit (Pahan, 2010). Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), dan perbedaan antarperlakuan diuji lanjut dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

**Tabel 1. Hasil Analisis Pupuk Organik Cair (POC) yang Berasal dari Kolam Limbah Pabrik Kelapa Sawit**

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	Nitrogen (N)	Volumetri	%	0,33
2.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	Spektrofotometri	%	0,42
3.	K <sub>2</sub> O	AAS	%	0,61
4.	CaO	AAS	%	0,47
5.	MgO	AAS	%	0,35
6.	pH	Potensimetri	-	6,85
7.	C organik	Spektrofotometri	%	7,26
8.	C/N	-	-	22,00
9.	COD	SNI 6989 72 2009	mg/l	3.193,60
10.	BOD	SNI 6989 72 2009	mg/l	1.603,20

Sumber : *Laboratorium PPKS, Medan (2020)*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian POC dari kolam limbah pabrik kelapa sawit berpengaruh sangat nyata pada variabel pertambahan tinggi bibit, pertambahan diameter batang, pertambahan jumlah pelepah daun, pertambahan luas daun, dan skala warna daun. Perlakuan pemberian pupuk hayati biofertilizer berpengaruh nyata pada variabel pertambahan luas daun dan berpengaruh sangat nyata pada variabel respon lainnya, sedangkan kombinasi antara pemberian POC dari kolam limbah pabrik kelapa sawit dengan pupuk hayati biofertilizer berpengaruh tidak nyata pada semua variabel respon. Hasil uji beda masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2 Notasi Beda Rata-Rata Setiap Perlakuan di Masing-Masing Variabel Respon akibat Pemberian POC dari Kolam Limbah Pabrik Kelapa Sawit dan Pupuk Hayati Biofertilizer**

Perlakuan	Pertambahan				Skala
	Tinggi Bibit (cm)	Diameter Batang (cm)	Jlh. Pelepah Daun (helai)	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Warna Daun
<b>POC</b>					
L0	58,45 b B	9,10 b A	16,42 c B	6.700,11 d C	39,92 c C
L1	61,85 b B	9,52 ab A	17,08 bc AB	7.349,70 c BC	41,38 b B
L2	70,27 a A	10,35 a A	17,67 ab AB	8.814,64 b B	41,54 b B
L3	70,78 a A	10,47 a A	18,54 a A	9.709,13 a A	43,00 a A
<b>Biofertilizer</b>					
B0	56,36 b B	8,36 c B	16,13 c B	7.787,13 b A	39,71 c B
B1	66,16 a A	9,73 b AB	17,25 b B	7.966,38 b A	41,63 b A
B2	68,08 a A	10,32 ab A	17,50 b AB	8.221,28 ab A	42,13 ab A
B3	70,76 a A	11,02 a A	18,83 a A	8.598,79 a A	42,37 a A

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama di kelompok perlakuan yang sama di variabel respon yang sama berbeda tidak nyata pada tingkat keyakinan 95% (nurut kecil) dan 99% (nurut besar)

### Pertambahan Tinggi Bibit (cm)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) yang berasal dari kolam limbah pabrik kelapa sawit serta pupuk hayati biofertilizer memberikan pengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi bibit kelapa sawit sejak umur 3 bulan hingga 12 bulan. Pertambahan tinggi bibit tertinggi diperoleh pada perlakuan POC dosis 225 cc per bibit (L3), yaitu sebesar 70,78 cm, yang berbeda sangat nyata dibandingkan dengan perlakuan POC dosis 75 cc per bibit (L1) dan perlakuan kontrol dengan pupuk NPKMg (L0). Hasil ini mengindikasikan bahwa POC dari kolam limbah pabrik kelapa sawit dapat menggantikan fungsi pupuk anorganik NPKMg yang selama ini umum digunakan dalam pembibitan kelapa sawit di tahap main nursery.

Pupuk organik cair (POC) yang berasal dari limbah pabrik kelapa sawit diketahui mengandung unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg) serta mikro (Fe, Mn, Zn, Cu) yang dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya tinggi batang (Isroi, 2020). Unsur nitrogen berperan penting dalam pembentukan klorofil dan jaringan meristematik, sehingga meningkatkan aktivitas fotosintesis dan pemanjangan sel (Taiz et al., 2015). Selain itu, kandungan asam humat dan fulvat dalam POC mampu memperbaiki struktur media tanam serta mempercepat penyerapan nutrisi (Chen et al., 2014).

Pemberian pupuk hayati biofertilizer pada konsentrasi 0,3% (B3) yang diaplikasikan melalui penyemprotan daun juga menghasilkan pertambahan tinggi bibit tertinggi yaitu 70,76 cm, berbeda sangat nyata dengan perlakuan tanpa biofertilizer (B0). Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam biofertilizer seperti *Azospirillum* sp., *Rhizobium* sp., dan *Bacillus* sp. berperan aktif dalam fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan produksi hormon pertumbuhan seperti auksin (IAA) dan sitokinin yang dapat memperpanjang sel batang dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Adesemoye & Klopper, 2009; Ruzzi & Aroca, 2015).

Namun, kombinasi antara pemberian POC dan biofertilizer tidak menunjukkan interaksi yang signifikan terhadap pertambahan tinggi bibit. Hal ini dapat disebabkan oleh kompetisi mikroba antar bahan organik dan biofertilizer dalam memanfaatkan substrat karbon atau oksigen di media tanam, sehingga efektivitasnya menurun (Suhartati & Suryanto, 2018). Dengan demikian, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa aplikasi POC dan biofertilizer lebih efektif bila diberikan secara terpisah, bukan secara bersamaan, untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit di tahap pembibitan utama.

### **Pertambahan Diameter Batang (cm)**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) dari kolam limbah pabrik kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap pertambahan diameter batang bibit kelapa sawit. Perlakuan POC dosis 225 cc per bibit (L3) menghasilkan diameter batang tertinggi, yaitu 10,47 cm, dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol menggunakan pupuk anorganik NPKMg (L0). Peningkatan diameter batang ini mencerminkan aktivitas fisiologis tanaman yang lebih optimal akibat ketersediaan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan magnesium (Mg) serta unsur mikro seperti besi (Fe), seng (Zn), mangan (Mn), dan tembaga (Cu) yang terdapat dalam POC. Unsur-unsur tersebut berperan penting dalam proses fotosintesis, pembentukan klorofil, sintesis protein, dan penguatan dinding sel batang tanaman (Isroi, 2020; Taiz et al., 2015).

Selain unsur hara, kandungan asam humat dan fulvat dalam POC juga meningkatkan penyerapan nutrisi dan memperbaiki aktivitas mikroba tanah. Senyawa organik ini memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam zona perakaran, dan mempercepat proses penyerapan oleh akar bibit kelapa sawit (Indrawan et al., 2020). Hal ini berimplikasi langsung terhadap peningkatan diameter batang karena sel-sel meristematik memperoleh pasokan energi dan nutrisi yang cukup untuk memperbanyak jaringan vaskuler dan parenkim batang.

Pemberian pupuk hayati biofertilizer dengan konsentrasi 0,3% (B3) juga menghasilkan diameter batang tertinggi, yaitu 11,02 cm, dan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan bibit tanpa biofertilizer (B0). Mikroorganisme aktif dalam biofertilizer, seperti *Bacillus* sp., *Pseudomonas fluorescens*, dan *Azospirillum* sp., berperan penting dalam fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan produksi fitohormon seperti auksin dan giberelin, yang mendorong pembelahan dan pembesaran sel batang (Adesemoye & Klopper, 2009; Ruzzi & Aroca, 2015).

Hasil ini sejalan dengan penelitian Suhartati dan Suryanto (2018) yang melaporkan bahwa kombinasi pupuk organik dan biofertilizer pada bibit kelapa sawit mampu meningkatkan diameter batang hingga 15% dibandingkan penggunaan pupuk kimia tunggal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan POC dari kolam limbah pabrik kelapa sawit dan pupuk hayati biofertilizer secara terpisah mampu meningkatkan efisiensi penyerapan hara dan memperkuat struktur batang bibit kelapa sawit di pembibitan utama.

### **Pertambahan Luas Daun (cm<sup>2</sup>)**

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pertambahan luas daun bibit kelapa sawit meningkat seiring dengan peningkatan dosis POC dari kolam limbah pabrik kelapa sawit. Perlakuan POC sebanyak 225 cc per bibit (L3) menghasilkan pertambahan luas daun tertinggi, yaitu 9.709,13 cm<sup>2</sup>, dan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan perlakuan NPKMg (L0) sebagai kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik cair (POC) limbah kelapa sawit memiliki kemampuan untuk menggantikan peran pupuk anorganik dalam menyediakan unsur hara yang mendukung pembentukan dan perluasan daun.

POC dari limbah sawit diketahui mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta senyawa organik aktif seperti asam humat, asam fulvat, dan hormon pertumbuhan alami (Indrawan et al., 2020). Nitrogen berperan penting dalam sintesis klorofil dan protein yang meningkatkan aktivitas fotosintesis, sedangkan fosfor berperan dalam pembentukan ATP yang diperlukan untuk ekspansi sel daun (Sutanto, 2021). Peningkatan luas daun mencerminkan peningkatan kapasitas tanaman dalam menangkap energi cahaya dan mempercepat proses asimilasi karbon (Taiz et al., 2015).

Selain POC, pemberian pupuk hayati biofertilizer juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertambahan luas daun. Perlakuan biofertilizer pada konsentrasi 0,3% (B3) menghasilkan pertambahan luas daun tertinggi sebesar 8.598,79 cm<sup>2</sup>, berbeda nyata dibandingkan bibit yang tidak diberi biofertilizer (B0). Mikroorganisme dalam biofertilizer, seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*, diketahui mampu menghasilkan hormon auksin dan sitokinin yang mendorong pembelahan dan pemanjangan sel daun (Ruzzi & Aroca, 2015; Adesemoye & Kloepper, 2009). Selain itu, biofertilizer juga meningkatkan penyerapan nitrogen dan fosfor dari media tanam, sehingga meningkatkan efisiensi metabolisme tanaman (Suhartati & Suryanto, 2018).

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa baik POC dari limbah pabrik kelapa sawit maupun biofertilizer memiliki peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman kelapa sawit, khususnya dalam memperluas permukaan daun yang berperan langsung dalam peningkatan kapasitas fotosintesis dan produktivitas bibit di tahap pembibitan utama.

### **Skala Warna Daun**

Penentuan skala warna daun bibit kelapa sawit dilakukan menggunakan Bagan Warna Daun (BWD) yang menggambarkan tingkat kehijauan daun sebagai indikator ketersediaan nitrogen dalam jaringan tanaman. Warna daun yang semakin hijau gelap menunjukkan kandungan klorofil yang semakin tinggi, yang umumnya sejalan dengan peningkatan kadar nitrogen (Sembiring et al., 2017).

Berdasarkan hasil yang disajikan pada Tabel 2, skala warna daun meningkat secara konsisten dengan peningkatan dosis POC dari kolam limbah pabrik kelapa sawit. Perlakuan POC sebanyak 225 cc per bibit (L3) menghasilkan skala warna daun tertinggi, yaitu 43,00, dan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan bibit yang hanya menerima pupuk anorganik NPKMg (L0). Hal ini menunjukkan bahwa POC dari limbah pabrik kelapa sawit mampu menggantikan

fungsi pupuk anorganik dalam meningkatkan ketersediaan unsur nitrogen dan memperbaiki kualitas daun bibit kelapa sawit. Kandungan asam humat, asam fulvat, dan mikroba aktif pada POC berperan penting dalam mempercepat ketersediaan unsur hara serta meningkatkan efisiensi penyerapan nitrogen (Indrawan et al., 2020).

Selain itu, pemberian pupuk hayati biofertilizer juga menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap peningkatan skala warna daun. Perlakuan biofertilizer dengan konsentrasi 0,3% (B3) menghasilkan skala warna daun tertinggi, yaitu 42,37, berbeda sangat nyata dengan perlakuan tanpa biofertilizer (B0). Mikroorganisme yang terkandung dalam biofertilizer, seperti *Azospirillum* sp. dan *Rhizobium* sp., berperan dalam fiksasi nitrogen biologis, meningkatkan serapan N dan klorofil, serta memperkuat warna hijau daun (Adesemoye & Kloepper, 2009; Ruzzi & Aroca, 2015).

Peningkatan skala warna daun menunjukkan bahwa kombinasi ketersediaan nitrogen dari POC dan aktivitas mikroba biofertilizer mampu memperbaiki status nutrisi bibit kelapa sawit. Warna daun yang lebih hijau gelap juga menunjukkan peningkatan efisiensi fotosintesis dan pertumbuhan vegetatif, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap kualitas bibit di pembibitan utama (Suhartati & Suryanto, 2018; Taiz et al., 2015).

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) yang berasal dari kolam limbah pabrik kelapa sawit memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*. POC pada dosis 225 cc per bibit (L3) mampu meningkatkan pertambahan tinggi bibit, diameter batang, jumlah pelepah daun, luas daun, dan skala warna daun secara signifikan dibandingkan dengan penggunaan pupuk anorganik NPKMg (L0). Hal ini menegaskan bahwa POC limbah kelapa sawit berpotensi menggantikan peran pupuk anorganik dalam mendukung pertumbuhan bibit.

Selain itu, aplikasi pupuk hayati *biofertilizer* dengan konsentrasi 0,3% (B3) juga memberikan pengaruh sangat nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan, terutama tinggi bibit, diameter batang, dan jumlah pelepah daun. Namun, kombinasi antara pemberian POC dan *biofertilizer* tidak menunjukkan pengaruh sinergis yang signifikan. Oleh karena itu, aplikasi POC atau *biofertilizer* secara terpisah dapat direkomendasikan sebagai alternatif pemupukan berkelanjutan yang ramah lingkungan untuk pembibitan kelapa sawit di *main nursery*.

## REFERENSI

- Adesemoye, A. O., & Kloepper, J. W. (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2196-0>
- Chen, Y., De Nobili, M., & Aviad, T. (2014). Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In F. Magdoff & R. Weil (Eds.), *Soil organic matter in sustainable agriculture* (pp. 103-129). CRC Press.
- Dalimunthe, N. A., Simatupang, D., & Aziz, R. (2023). Integrasi pupuk organik cair dan biofertilizer terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 12(2), 45-53.
- Ditjenbun. (2022). *Statistik perkebunan Indonesia: Komoditas kelapa sawit 2022*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI.
- GAPKI. (2021). *Laporan tahunan industri kelapa sawit Indonesia 2021*. Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia.
- Husen, E., Saraswati, R., & Simanungkalit, R. D. M. (2017). *Mikroba tanah dan fungsinya bagi pertanian berkelanjutan*. Balai Penelitian Bioteknologi Pertanian.
- Indrawan, R., Siregar, H., & Hutapea, R. (2020). Pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit sebagai pupuk organik cair terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(2), 87-95.

**Ermaja King Sihalo, Nur Aisyah Dalimunte, Ade Angga Sahfitra, & Gusmeizal**, Pengujian Pupuk Organik Cair dari Kolam Limbah Pabrik Kelapa Sawit dan Pupuk Hayati Biofertiizer Pada Bibit Kelapa Sawit di Main Nursery

- Isroi. (2020). *Teknologi pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit menjadi pupuk organik cair*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Kementerian Lingkungan Hidup RI.
- Lestari, W., Purwanto, H., & Nasution, A. H. (2020). Efektivitas kombinasi pupuk organik cair dan biofertilizer terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Pertanian Tropik*, 37(2), 121–130.
- Nasution, A. H., Lubis, E., & Ramadhani, D. (2020). Efektivitas kombinasi pupuk organik cair dan biofertilizer terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 28(3), 179–188.
- Pahan, I. (2010). *Panduan lengkap kelapa sawit: Manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir*. Penebar Swadaya.
- PT Pupuk Indonesia. (2020). *Laporan tahunan: Kinerja harga pupuk nasional 2016–2019*. PT Pupuk Indonesia (Persero).
- Putri, D. R., & Harahap, G. (2021). Pengaruh biofertilizer berbasis *Rhizobium* terhadap pertumbuhan awal kelapa sawit. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 5(1), 33–40.
- Rahman, A., Nuraini, A., & Siregar, S. (2019). Pemanfaatan pupuk organik cair limbah kelapa sawit untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Ketahanan Pangan dan Gizi*, 28(1), 15–23.
- Ruzzi, M., & Aroca, R. (2015). Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
- Sembiring, M. F., Harahap, Z., & Ginting, A. M. (2017). Korelasi antara skala warna daun dan kadar nitrogen terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(1), 45–53.
- Simanjuntak, M. E., Sihombing, P., & Hutapea, J. (2022). Pengaruh pupuk organik cair terhadap aktivitas mikroorganisme tanah pada bibit kelapa sawit. *Jurnal Agroekoteknologi*, 10(2), 95–104.
- Soepardi, G. (1983). *Sifat dan ciri tanah pertanian*. Departemen Ilmu Tanah, Institut Pertanian Bogor.
- Suhartati, S., & Suryanto, D. (2018). Interaksi pupuk organik dan biofertilizer terhadap pertumbuhan tanaman kelapa sawit di pembibitan utama. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 6(1), 33–40.
- Suryadarma, I. G. (2021a). Tantangan implementasi kebijakan biodiesel B30 dan B50 di Indonesia. *Jurnal Energi dan Kebijakan Publik*, 9(1), 11–19.
- Suryadarma, I. G. (2021b). Potensi dampak lingkungan dari penerapan kebijakan D100 di Indonesia. *Jurnal Lingkungan Tropika*, 5(3), 85–92.
- Sutanto, R. (2021). *Pupuk organik dan perannya terhadap pertumbuhan tanaman*. Pustaka Pelajar.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Yuliani, R., Sipayung, M., & Saragih, A. (2018). Respon bibit kelapa sawit terhadap pemberian pupuk organik cair berbasis limbah pabrik kelapa sawit. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 7(2), 77–85.