

## **Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit kelapa Sawit Dimasa *Pre Nursery***

Rufinusta Sinuraya\*

*Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Bekasi, Indonesia*

*rufinus@cwe.ac.id\**

| *Received: 13/05/2026* |

| *Revised: 10/06/2026* |

| *Accepted: 18/06/2026* |

*Copyright©2026 by authors. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons*

### **Abstrak**

Selama ini, upaya mendongkrak produktivitas pertanian masih sangat bergantung pada penggunaan pupuk kimia. Sayangnya, ketergantungan ini berdampak buruk pada ekosistem, seperti kerusakan struktur tanah dan kontaminasi air tanah. Untuk mengatasi persoalan tersebut, beralih ke pupuk organik cair (POC) bisa menjadi solusi alternatif yang efektif. Kita dapat memanfaatkan pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku untuk pembuatan POC. Kandungan mikroorganisme pengurai di dalamnya terbukti mampu memperbaiki karakteristik fisik tanah secara alami. Penelitian ini dilaksanakan pada Februari sampai Mei 2025 di Kebun Pendidikan 1 Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, yang berlokasi di Jalan Cisaat Setu, Desa Ciledug, Kecamatan Setu, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17320. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Aplikasi dosis pupuk organik cair terdapat 5 perlakuan dan masing-masing terdapat 2 tanaman sampel dan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Kelima perlakuan dalam penelitian ini adalah : P0 (tanpa POC), P1 (20 ml POC dekomposer EM4), P2 (50 ml POC dekomposer EM4), P3 (20 ml POC dekomposer MOL bonggol pisang) dan P4 (50 ml POC dekomposer MOL bonggol pisang). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian POC berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun. Tinggi bibit tertinggi pada umur 6 MST ditemukan pada perlakuan P2 (50 ml POC EM4), yang berbeda nyata dengan P3, namun tidak berbeda nyata dengan P0, P1, dan P4.

Kata kunci: EM4, Pembibitan Kelapa Sawit, Pupuk Organik Cair

### **Abstract**

*Thus far, efforts to boost agricultural productivity have relied heavily on chemical fertilizers. Unfortunately, this dependence has led to adverse environmental impacts, including soil structure degradation and groundwater contamination. To address this issue, transitioning to liquid organic fertilizer (LOF) could be an effective alternative. Oil palm fronds can be used as a raw material for LOF production, as their microbial decomposition has been shown to naturally improve soil physical*

*characteristics. This research was conducted from February to May 2025 at Educational Garden 1 of the Citra Widya Edukasi Oil Palm Polytechnic, located on Cisaat Setu Street, Ciledug Village, Setu District, Bekasi Regency, West Java, 17320. The study employed a single-factor Completely Randomized Design (CRD). The application of liquid organic fertilizer was applied at 5 doses, with each treatment involving 2 sample plants and replicated 3 times. The five treatments evaluated in this study were: P0 (without LOF), P1 (20 ml of LOF with EM4 decomposer), P2 (50 ml of LOF with EM4 decomposer), P3 (20 ml of LOF with banana corm local microorganism [MOL] decomposer), and P4 (50 ml of LOF with banana corm local microorganism [MOL] decomposer). The results demonstrated that the application of LOF significantly affected plant height, stem diameter, and leaf count. The highest seedling height at 6 weeks after planting (WAP) was observed in the P2 treatment (50 ml of LOF with EM4), which was significantly higher than P3 but not significantly different from P0, P1, or P4.*

*Keywords: Decomposer Effect, Liquid Organic Fertilizer, Vegetative Growth, Oil Palm Frond, Oil Palm Nursery*

## **Pendahuluan**

Industri minyak nabati global sangat bergantung pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) sebagai bahan dasar pembuatan minyak konsumsi, produk manufaktur, serta energi alternatif seperti biodiesel. Bagi perekonomian nasional, komoditas ini menjadi pilar utama dalam mendatangkan devisa lewat jalur ekspor, yang pada akhirnya ikut menjaga keseimbangan sosial dan finansial negara. di samping kontribusi besarnya pada level makro, sektor agribisnis ini juga menyentuh aspek mikro lewat pembukaan lapangan kerja baru, sehingga taraf hidup masyarakat desa dapat terus meningkat (Zuraina et al., 2022).

Berdasarkan data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik, sektor produksi crude palm oil (CPO) di Indonesia sempat terguncang akibat pandemi Covid-19 pada awal 2020. Penurunannya diperkirakan menyentuh angka 5,01% dari tahun sebelumnya, sehingga volume produksi melosot menjadi 4,76 juta ton. Meski demikian, beberapa daerah tetap mencatatkan angka produksi yang tinggi. Provinsi Riau, misalnya, tampil sebagai produsen CPO terbesar di tahun tersebut dengan menyumbang hingga 8,54 juta ton atau setara dengan 19,62% dari total output nasional. Posisi berikutnya ditempati oleh Kalimantan Tengah yang menorehkan angka produksi sebesar 7,98 juta ton, berkontribusi sekitar 12,89% bagi pasokan CPO domestik (Zuraina et al., 2022).

Pada dasarnya, tinggi rendahnya produktivitas suatu perkebunan kelapa sawit ditentukan oleh sinergi tiga elemen utama. Elemen tersebut meliputi kualitas genetik varietas bibit yang digunakan, kondisi ekologi atau lingkungan di sekitar lahan, serta bagaimana manajemen budidaya itu sendiri diterapkan di lapangan. Ketika ketiga faktor ini saling mendukung, maka hasil panen yang optimal baru bisa tercapai (Agustina Putri et al., 2009). Produktivitas yang tinggi baru bisa terwujud apabila penggunaan varietas terbaik dipadukan dengan pemilihan lokasi lahan yang ideal serta penerapan sistem agronomi yang tepat sasaran. Ketiga aspek ini menjadi modal utama untuk mendongkrak capaian hasil panen secara maksimal (Dewi et al., 2014)

Tahap pembibitan diartikan sebagai proses pengondisian tanaman dari fase kecambah hingga mencapai kriteria siap tanam di lapangan. Dalam konteks kelapa sawit, sistem yang umum

diaplikasikan adalah metode dua tahap (*double stage*), yakni *pre nursery* dan *main nursery*. Pada fase *pre nursery*, kecambah kelapa sawit ditanam menggunakan polibag berukuran kecil dengan masa pemeliharaan sekitar 3 bulan. Fokus utama dari pembibitan awal ini adalah meminimalkan variasi pertumbuhan, sehingga diperoleh bibit yang seragam saat memasuki fase *main nursery* (Nira, 2024) keberhasilan dalam mencetak bibit yang bermutu tinggi sangat ditentukan oleh ketepatan penanganan pada fase ini. Upaya untuk menunjang kualitas bibit tersebut dapat ditempuh dengan cara menyempurnakan manajemen pembibitan, salah satunya melalui pemilihan dan penggunaan media tanam yang mampu mendukung fase perkembangan bibit secara optimal (Muhammad et al., 2021)

Selain menyempurnakan teknik pembibitan, faktor lain yang tidak kalah penting untuk menghasilkan bibit bermutu tinggi adalah metode pemupukan yang tepat sasaran. Pada prinsipnya, pupuk berperan sebagai penyedia zat atau unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk menunjang proses pertumbuhan dan perkembangannya. Zat hara ini sendiri terbagi menjadi dua kategori, yakni unsur makro (seperti N, P, K, Ca, Mg, S) serta unsur mikro (meliputi Fe, Mn, Cu, Zn, Cl, Mo, dan B). Dalam aplikasinya di lapangan, kita bisa memberikan pupuk ini lewat beberapa cara, baik disemprot ke daun, ditabur ke tanah, maupun disuntikkan langsung pada batang tanaman. (Kementerian Pertanian, 2015).

Pupuk Organik Cair (POC) pada dasarnya merupakan formula berbentuk larutan yang diperoleh dari hasil dekomposisi atau fermentasi bahan organik. Bahan baku pembuatan POC ini bisa memanfaatkan sisa-sisa vegetasi tanaman maupun limbah kotoran ternak. Keunggulan jenis pupuk cair ini terletak pada kekayaan nutrisinya, di mana larutan tersebut sudah mengandung kombinasi berbagai unsur hara majemuk (lebih dari satu unsur) untuk menunjang kebutuhan tanaman (Hadisuwito, 2007). Salah satu keunggulan utama pupuk organik cair (POC) adalah kemampuannya menyuplai nutrisi secara instan, sehingga gejala kekurangan hara pada tanaman bisa langsung teratasi. Selain itu, bentuknya yang cair meminimalkan risiko kehilangan unsur hara akibat proses pencucian di dalam tanah. Menariknya lagi, fungsi POC tidak hanya terbatas sebagai penyedia makanan bagi tanaman, tetapi juga bisa kita manfaatkan sebagai agens hayati atau aktivator untuk mempercepat proses pembuatan pupuk organik padat.

Tingkat petani maupun pasar komersial, ketersediaan pupuk organik cair (POC) saat ini sudah sangat mudah dijumpai. Keunggulan utama dari produk ini terletak pada profil nutrisinya yang tergolong komprehensif, karena telah mencakup kombinasi unsur hara makro dan mikro esensial—seperti N, P, K, S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, dan Mn—serta diperkaya bahan organik penting. Secara ekologis dan agronomis, pengaplikasian POC tidak hanya mampu membenahi karakteristik tanah yang rusak, tetapi juga efektif dalam meningkatkan kuantitas sekaligus kualitas hasil panen. Lebih dari itu, pemanfaatan pupuk cair ini menjadi langkah strategis untuk menekan ketergantungan kita terhadap pupuk anorganik atau kimia. (Parman, 2007). Pemberian dosis POC pelepeh kelapa sawit dalam rentang 20-50 ml per tanaman dengan aplikasi dua minggu sekali, menunjukkan efek positif terhadap pertumbuhan bibit berupa peningkatan luas daun dan jumlah pelepeh, meski secara statistik hasilnya tidak selalu signifikan (Anas, 2015).

Pemanfaatan dekomposer sebagai bahan untuk mempercepat proses pembusukan bahan organik sangat diperlukan untuk pengelolaan limbah di perkebunan kelapa sawit salah satunya adalah pelepeh kelapa sawit. Sejauh ini, bagian tanaman tersebut sering kali hanya menjadi limbah perkebunan yang belum diolah secara optimal oleh para petani. Padahal, daripada

dibiarkan menumpuk begitu saja di sela-sela barisan tanaman sawit (gawangan), tumpukan pelepah tersebut sebenarnya sangat bagus untuk kita alih fungsikan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan kompos.

Selama ini, pelepah daun kelapa sawit sering kali diabaikan dan dibiarkan begitu saja menumpuk di area piringan atau sekitar pohon tanpa ada pengolahan lebih lanjut. Padahal, sisa tanaman ini menyimpan potensi besar jika kita olah menjadi pupuk kompos. Alasan mendasarnya adalah karena pelepah sawit kaya akan nutrisi. Di dalam bahan organik ini terkandung berbagai macam unsur hara yang cukup tinggi, meliputi nitrogen (N) berkisar 2,6–2,9%, fosfor (P) 0,16–0,19%, kalium (K) 1,1–1,3%, kalsium (Ca) 0,5–0,7%, magnesium (Mg) 0,3–0,45%, serta sulfur (S) 0,25–0,40%. Selain itu, terdapat juga unsur mikro seperti Klor (Cl) sebesar 0,5–0,7%, boron (B) 15–25 ( $\mu\text{g-1}$ ), Tembaga (Cu) 5–8 ( $\mu\text{g-1}$ ), dan Seng (Zn) sekitar 12–18 ( $\mu\text{g-1}$ ) (Syahfitri, 2009).

Dapat diketahui bahwa limbah pelepah kelapa sawit banyak yang belum dimanfaatkan dengan baik, sehingga tertumpuk di lapangan menyebabkan terhambatnya proses pelangsiran buah ke TPH, penelitian ini dilakukan agar kita dapat mengolah pelepah kelapa sawit dengan baik dengan cara mengubahnya menjadi pupuk organik cair (POC) dan juga dapat mempercepat pengomposan menggunakan EM4 atau MOL bonggol pisang. Merujuk pada masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini sengaja diarahkan dengan tujuan untuk:

1. Melakukan konversi limbah pelepah kelapa sawit menjadi pupuk organik cair (POC). Inovasi ini bertujuan untuk mereduksi akumulasi biomassa pelepah di lapangan, sehingga jalur evakuasi atau pelangsiran buah ke TPH tidak lagi terhambat.
2. Membandingkan efektivitas penggunaan dekomposer EM4 dan MOL bonggol pisang untuk menganalisis kadar nutrisi esensial, khususnya unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang terkandung dalam pupuk organik cair yang dihasilkan. Pelepahan kelapa sawit.
3. Mengetahui pengaruh volume pemberian POC pelepah kelapa sawit terhadap yang diukur berdasarkan variabel pertumbuhan vegetatif, spesifiknya pada komponen tinggi tanaman beserta diameter daun.

## **Metodologi Penelitian**

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini berlangsung dalam kurun waktu antara Februari sampai April 2025. Adapun seluruh tahapan pengujian dan pengamatan di lapangan dilaksanakan di Kebun Pendidikan 1 Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi Kabupaten Bekasi.

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri dari galon Le Minerale, parang, lakban, gelas ukur, jangka sorong, penggaris, botol air mineral, selang, timbangan analitik, dan *babybag*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bonggol pisang, pelepah kelapa sawit, EM4, gula merah, air, air cucian beras, benih kelapa sawit, dan tanah.

## **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini :

P0 : Tanpa perlakuan (kontrol)

P1 : POC dekomposer EM4 20 ml

P2 : POC dekomposer EM4 50 ml

P3 : POC dekomposer MOL bonggol pisang 20 ml

P4 : POC dekomposer MOL bonggol pisang 50 ml

Setiap perlakuan terdiri atas tiga ulangan, dan setiap ulangan terdiri atas dua sampel dan terdapat lima belas unit percobaan, sehingga terdapat tiga puluh unit percobaan.

## **Prosedur Penelitian**

Prosedur percobaan terdiri dari persiapan alat dan bahan, pembuatan MOL bonggol pisang, pengambilan pelepah, pencacahan pelepah, pembuatan POC pelepah kelapa sawit decomposer EM4, pembuatan POC pelepah kelapa sawit decomposer MOL bonggol pisang, persiapan areal, penanaman kecambah kelapa sawit dan aplikasi pada tanaman.

### **1. Persiapan Alat dan Bahan**

Persiapan alat dimulai dengan penyediaan ember, timbangan, parang, gelas ukur, kompor, dan pengaduk. Persiapan bahan dimulai dari pengumpulan bahan yang dibutuhkan, seperti pelepah kelapa sawit, bonggol pisang, gula merah, mikroorganisme EM4, dan air cucian beras.

### **2. Pembuatan Mol Bonggol Pisang**

Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL) dengan memanfaatkan bonggol pisang dilakukan dengan mengombinasikan beberapa bahan utama. Sebanyak 2 kg bonggol pisang yang telah dicacah halus dicampur secara merata dengan 100 gram larutan gula merah dan 2 liter air cucian beras. Komposisi campuran tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah atau botol penampungan untuk memasuki tahap fermentasi.



a. Pencacahan air cucian beras b. Penambahan Gula merah c. Penambahan

Tutup rapat botol penampungan serta selang pada penutup botol. Ujung selang dihubungkan pada penutup botol larutan MOL dan ujung lain dihubungkan ada wadah berisi air, sehingga gas yang terbentuk oleh fermentasi akan keluar tanpa adanya udara bebas yang masuk ke dalam botol penampungan.



d. Pembuatan tempat fermentasi

Campuran didiamkan selama 10 hari, kemudian saring hasil larutan MOL bonggol pisang.

Gambar 1. Pembuatan MOL bonggol pisang

### **Pengambilan Pelepah Kelapa Sawit**

Pengambilan pelepah kelapa sawit dilakukan ketika akan melakukan pembuatan pupuk organik cair sehingga pelepah yang digunakan masih dalam keadaan segar. Pelepah diambil dari kebun Pendidikan subang, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, di Kabupaten Subang dan diambil langsung dari tanaman dengan cara ditunas atau di *pruning*. Pelepah yang diambil adalah pelepah muda.

### **Pencacahan Pelepah Kelapa Sawit**

Pencacahan diawali dengan memotong pelepah menjadi beberapa bagian terlebih dahulu, kemudian cacah atau cincang pelepah kelapa sawit hingga berdiameter kecil. Hal ini karena proses pencacahan akan berdampak pada percepatan pengomposan pelepah. Pencacahan pelepah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pencacahan pelepah

### **Pembuatan POC Dekomposer EM4**

Pembuatan pupuk organik cair dimulai dengan penyiapan limbah pelepah kelapa sawit sebanyak 1 kilogram, kemudian pelepah kelapa sawit dicacah hingga menjadi bagian-bagian terkecil. Pelepah kelapa sawit yang telah dicacah dicampur dalam wadah, kemudian ditambahkan EM4 sebanyak 300 mililiter ke dalam campuran pelepah kelapa sawit tersebut. Pengadukan semua bahan dilakukan agar tercampur merata, setelah itu penambahan air ke dalam wadah sebanyak 10 liter dengan gula merah 100 gram. Wadah kemudian ditutup dengan rapat untuk melakukan proses dekomposisi pupuk organik cair selama 14 hari. Pembuatan POC dekomposer EM4 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembuatan POC pelepah kelapa sawit dekomposer EM4

### **Pembuatan POC Decomposer MOL Pisang**

Pembuatan pupuk organik cair dimulai dengan penyiapan limbah pelepah kelapa sawit sebanyak 1 kilogram, kemudian pelepah kelapa sawit dicacah hingga menjadi bagian-bagian terkecil. Pelepah kelapa sawit yang telah dicacah dicampur dalam wadah, kemudian ditambahkan MOL bonggol pisang sebanyak 300 mililiter ke dalam campuran pelepah kelapa sawit tersebut. Pengadukan semua bahan dilakukan agar tercampur merata, setelah itu penambahan air ke dalam wadah sebanyak 10 liter dengan gula merah 100 gram. Wadah kemudian ditutup dengan rapat untuk melakukan proses dekomposisi pupuk organik cair selama 14 hari. Simpan wadah pada tempat yang terlindungi dari sinar matahari. Pembuatan POC dekomposer mol bonggol pisang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembuatan POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang

### **Persiapan Areal Pembibitan Kelapa Sawit**

Areal yang dipilih untuk pembibitan adalah areal yang cukup mendapatkan sinar matahari. Konstruksi naungan untuk pembibitan terbuat dari bambu dengan atap dan samping kanan kirinya terbuat dari paranet. Naungan bibit dibuat dengan panjang 45 meter dan tinggi 1,65 meter. Media tanam pada penelitian ini menggunakan tanah 100% (*subsoil*) yang sudah diuji di laboratorium, sebelum pengisian tanah ke dalam *babybag*, tanah diayak terlebih dahulu menggunakan ayakan, dengan tujuan memisahkan batu-batu kecil dan akar tanaman yang tercampur di dalam tanah. *Babybag* yang digunakan berukuran 15 cm x 23 cm.

### **Penanaman Kecambah Kelapa Sawit**

Penanaman kecambah kelapa sawit pada penelitian ini menggunakan varietas *Sue Supreme*. Sebelum dilakukan penanaman kecambah, kecambah terlebih dahulu diseleksi. Seleksi kecambah yang layak ditanam adalah kecambah yang normal dengan syarat calon akar (*radikula*) dan calon daun (*plumula*) tidak searah, tidak patah, tidak busuk, dan tidak terkena jamur. Penanaman kecambah sedalam 2 cm di bawah permukaan tanah dilakukan dengan membuat lubang menggunakan kayu yang telah diberi tanda. Penanaman kecambah dilakukan dengan posisi plumula menghadap ke atas dan radikula menghadap ke bawah. Kecambah kemudian ditutup dengan subsoil. Proses penanaman dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Prosedur penanaman kecambah

### **Pengaplikasian POC dan Pemeliharaan Bibit Kelapa Sawit**

Pengaplikasian pupuk organik dilakukan pada pagi hari dengan cara dituang secara merata pada media tanam dengan dosis sesuai perlakuan yang telah ditentukan. Aplikasi dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 3 bulan. Pengaplikasian pada bibit kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 6. Pemeliharaan bibit kelapa sawit dilakukan dengan penyiraman air secara rutin pagi dan sore serta pencabutan gulma yang tumbuh di polybag.



Gambar 6. Aplikasi POC pada bibit kelapa sawit.

### **Analisis Kandungan Unsur Hara NPK di Laboratorium**

Analisis kandungan unsur hara NPK dilakukan di Laboratorium Uji Instiper Yogyakarta terhadap sampel pupuk organik cair. Analisis ini digunakan untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi pupuk organik cair (POC) pelepah kelapa sawit terhadap status hara bibit.

### **Variabel Pengamatan**

Variabel yang diamati meliputi kandungan unsur hara NPK pada POC, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan analisa data.

### **Kandungan Unsur Hara NPK Pada POC**

Sampel diambil dari pupuk organik cair dengan dekomposer EM4 dan MOL bonggol pisang sebanyak 500 ml larutan yang dimasukkan ke dalam botol plastik. Sampel kemudian dikirim ke Laboratorium Uji di Instiper Yogyakarta.

### **Tinggi Tanaman**

Variabel tinggi tanaman diukur menggunakan alat bantu penggaris, di mana jarak diambil mulai dari batas permukaan media tanah hingga ke titik ujung daun yang paling tinggi. Pengamatan ini dijadwalkan secara berkala setiap dua minggu sekali dalam masa pemeliharaan selama tiga bulan. Ilustrasi mengenai tata cara pengukuran tinggi tanaman tersebut telah disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengukuran tinggi tanaman

### **Diameter Batang**

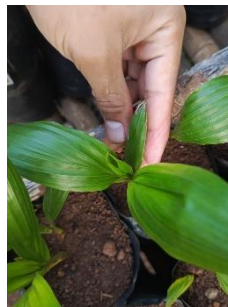
Pengukuran diameter batang tanaman dilakukan menggunakan jangka sorong dengan cara mengukur pada batang yang rapat ke tanah. Pengukuran ini dilakukan setiap 2 minggu sekali. Pengukuran diameter batang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengukuran diameter batang.

### Jumlah Daun

Perhitungan jumlah daun yang sudah membuka sempurna dilakukan 2 minggu sekali, daun yang dihitung adalah daun yang sudah membuka sempurna. Perhitungan jumlah daun dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perhitungan jumlah daun

### Analisa Daun

Pengelolaan data statistik menggunakan aplikasi SPSS. Apabila data menunjukkan pengaruh yang nyata maka diuji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

## Hasil dan Pembahasan

### Kandungan Unsur Hara NPK Pada POC

Hasil analisis tanah pada penelitian ini dilakukan di UPT Laboratorium Instiper Yogyakarta, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan Unsur Hara Tanah

Parameter	Hasil	Satuan	Status
N Tersedia	0,0161	%	Rendah
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Tersedia	2,1238	Ppm	Sangat rendah
K Tersedia	939	Ppm	Sangat tinggi

Keterangan: Kriteria status tanah berdasarkan (Gustiningsih, 2023)

Bersasarkan hasil analisis kandungan unsur hara tanah yang dilakukan di UPT Laboratorium Instiper Yogyakarta, kandungan unsur hara nitrogen yang terdapat pada tanah

menunjukkan hasil yang rendah, kemudian kandungan posfor pada tanah menunjukkan hasil yang sangat rendah, selanjutnya kandungan unsur hara K yang terdapat pada tanah menunjukkan hasil yang sangat tinggi.

### **Kandungan Unsur Hara POC Pelepah Kelapa Sawit**

Hasil analisis kandungan unsur hara dari POC pelepah kelapa sawit dengan dekomposer EM4 dan dekomposer MOL bonggol pisang yang dilakukan di UPT Laboratorium Instipier Yogyakarta disajikan pada Tabel 2. Jumlah unsur hara yang dihasilkan pada POC pelepah kelapa sawit dekomposer EM4 adalah nitrogen 0,0067%, fosfor 0,0045% dan kalium 0,0038% dengan pH 3,42, sedangkan unsur hara yang dihasilkan pada POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang adalah nitrogen 0,0064%, posfor 0,0038% dan kalium 0,0039% dengan pH 3,13.

Berdasarkan analisis data lab yang telah dilakukan, kombinasi berbagai dekomposer dalam pembuatan POC pelepah sawit ini memberikan kandungan hara yang tergolong rendah. Jika dibandingkan dengan Keputusan Menteri Pertanian RI Tahun 2019 mengenai standar teknis minimal pembenah tanah, pupuk organik, dan hayati, kualitas POC ini dinilai belum memenuhi persyaratan. Hal ini dikarenakan persentase hara yang didapat belum mencapai batas minimal standar mutu yang diwajibkan, yakni >2%.

Tabel 2 Hasil Analisis POC pelepah kelapa sawit dengan dekomposer yang berbeda

Parameter	Hasil		Satuan	Status
	Dekomposer EM4	Dekomposer MOL bonggol pisang		
pH	3,42	3,13		Masam
N Total	0,0067	0,0064	%	Sangat rendah
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0045	0,0039	%	Sangat rendah
K Total	0,0083	0,0038	%	Sangat rendah

Keterangan: Kriteria status tanah berdasarkan (Gustiningsih, 2023)

Rendahnya unsur hara yang dihasilkan diduga karena rendahnya pH dari POC pelepah kelapa sawit dekomposer EM4, yaitu 3,42, dan pH dari POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang, 3,13, belum memenuhi standar mutu dari Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia tahun 2019 tentang standar kualitas unsur hara makro dan mikro pupuk organik cair Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, yang menyatakan bahwa standar mutu pupuk organik cair memiliki pH 4-5. Hal ini diduga menjadi penyebab proses perombakan bahan organik belum optimal. Kadar pH yang rendah menandakan bahwa POC belum matang (Sulfianti et al., 2021). Karakteristik pupuk cair yang sudah matang memiliki pH yang mendekati netral, yaitu 6,5–7 (Nugroho, 2013).

Pembuatan POC pelepah kelapa sawit dengan dekomposer yang berbeda difermentasi selama 14 hari. Maka dari itu perlunya penambahan waktu fermentasi agar mendapatkan POC yang sudah matang. Hasil ini memperkuat argumen terdahulu yang menyatakan bahwa seiring bertambahnya waktu fermentasi, aktivitas mikroorganisme akan semakin berkembang dalam mereduksi asam organik. Proses konversi senyawa asam tersebut secara otomatis akan

mendorong terjadinya peningkatan angka pH pada produk yang dihasilkan (Sulfianti et al., 2021) Seiring dengan semakin lamanya waktu fermentasi, akumulasi unsur hara dalam produk juga meningkat. Kenaikan yang cukup signifikan ini mencakup komponen nutrisi penting seperti kandungan N, P, serta K (Semaun et al., 2024). Pada fermentasi POC pelepah kelapa sawit, kandungan N, P, dan K umumnya meningkat signifikan hingga sekitar 21 hari (3 minggu) (Prastowo et al., 2024). Nilai tertinggi kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium tercapai pada 21 hari fermentasi, setelah itu, kenaikan kandungan tidak terlalu signifikan.

Kondisi pH yang menurun ini erat kaitannya dengan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Dalam proses tersebut, aktivitas mikroorganisme menghasilkan senyawa-senyawa asam organik, yang pada akhirnya mendongkrak tingkat keasaman di dalam system (Sulfianti et al., 2021). Fermentasi yang dilakukan terlalu lama dapat menurunkan kadar unsur hara dalam POC. Penurunan kadar nutrisi pada POC berkaitan erat dengan aktivitas dan siklus hidup mikroorganisme. Seiring berjalannya waktu, proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba pada suhu tertentu menyebabkan cadangan makanan dalam media semakin menipis. Alhasil, pertumbuhan sel bakteri akan terhenti karena mencapai titik jenuh (fase stasioner), sebelum akhirnya populasi mikroba tersebut mengalami kematian massal akibat kehabisan nutrisi (Meriatna & Fahri, 2018; Semaun et al., 2024; Wardati Sari & Alfianita, 2018).

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan di UPT Laboratorium Instiper Yogyakarta kandungan nitrogen yang terdapat pada POC pelepah kelapa sawit dekomposer EM4 lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Nitrogen yang terdapat pada POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang yaitu sebesar 0,0067% sedangkan kandungan nitrogen pada POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang yaitu sebesar 0,0064% terdapat selisih 0,0003%. Hal ini disebabkan oleh jumlah bakteri pada EM4 lebih banyak dibandingkan dengan jumlah bakteri pada MOL bonggol pisang.

Secara komposisi biologi, EM4 memiliki keragaman mikroba yang lebih kompleks dengan lima golongan utama, meliputi bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, Actinomycetes sp, bakteri pelarut fosfat, serta kapang fermentasi dan ragi. Hal ini berbeda dengan MOL bonggol pisang yang lebih sederhana, sebab mikroorganisme yang dominan di dalamnya umumnya hanya mencakup tiga jenis, yaitu Bacillus sp., Aeromonas sp., dan Aspergillus niger (Suhastyo et al., 2013). Peningkatan jumlah bakteri di dalam media secara langsung akan meningkatkan kandungan nitrogennya. Artinya, semakin padat populasi bakteri yang aktif, maka akumulasi nitrogen yang terbentuk pun akan semakin tinggi (Sulfianti et al., 2021; Wijaksono et al., 2016). Kenaikan unsur hara nitrogen erat kaitannya dengan fase eksponensial yang dialami oleh mikroba perombak nitrat. Ketika bakteri nitrifikasi memasuki tahapan pembelahan sel yang sangat cepat ini, proses konversi nitrogen berjalan jauh lebih efektif. Dampaknya, akumulasi kadar nitrogen yang terukur di dalam media pun menjadi semakin tinggi (Yanti et al., 2022)

### **Tinggi Tanaman Bibit Kelapa Sawit**

Berdasarkan data yang diperoleh, aplikasi pupuk organik cair menunjukkan pengaruh yang berbeda tergantung pada fase umur bibit kelapa sawit. Pada awal pertumbuhan (2–4 MST), pemberian POC belum memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman. Namun, memasuki umur 6 hingga 12 MST, respons bibit berubah menjadi signifikan terhadap

perlakuan pupuk organik cair tersebut. Adapun tren perkembangan tinggi bibit kelapa sawit selama rentang waktu 2–12 MST ini dicantumkan pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh POC pelepah kelapa sawit dengan dekomposer yang berbeda terhadap tinggi tanaman pada umur 2-12 Minggu setelah Tanam (MST)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)					
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST
P0	4,65	8,17	12,46 ab	16,36 b	19,90 ab	26,10 a
P1	5,38	8,88	13,13 ab	17,13 ab	20,75 a	25,46 a
P2	6,23	9,00	15,06 a	19,00 a	22,28 a	26,21 a
P3	5.03	8,15	11,71, b	15,30 b	17,83 b	23,05 b
P4	4.56	8,48	12,80 ab	16,43 b	20,18 ab	25,58 a

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata menurut Uji DMRT 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam.

Hasil pengamatan tinggi tanaman dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil uji DMRT menunjukkan parameter tinggi tanaman tidak berbeda nyata pada pengukuran 12 MST, kecuali pada perlakuan P3 yaitu 20 ml POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang menunjukkan hasil yang lebih rendah. Namun secara umum pada perlakuan P2 yaitu 50 ml POC pelepah kelapa sawit dekomposer EM4 menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman lebih baik dari umur 2 MST-12 MST. Selanjutnya, secara umum, pada perlakuan P3, yaitu 20 ml POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang, menunjukkan pertumbuhan tanaman yang kurang baik pada umur 2 MST–12 MST. Hal ini disebabkan oleh kandungan unsur hara nitrogen pada POC dekomposer EM4 yang lebih baik, yaitu sebesar 0,0067%, dibandingkan dengan kandungan unsur hara nitrogen pada POC dekomposer MOL bonggol pisang sebesar 0,0064%. Walaupun perbedaan kandungan N pada POC dengan dekomposer yang berbeda menunjukkan selisih yang sedikit, namun sangat berdampak pada pertumbuhan tinggi tanaman. Dapat dibuktikan dari tabel 3 parameter tinggi tanaman hasil analisis uji DMRT.

Dampak positif ini diperkuat oleh literatur lain yang menyebutkan bahwa kandungan nitrogen pada pupuk organik cair mampu mempercepat aktivitas pembelahan di jaringan meristem apikal. Stimulasi pada bagian ujung tanaman inilah yang kemudian menstimulus perpanjangan batang, sehingga terjadi peningkatan tinggi tanaman yang signifikan (Rahmah et al., 2014). Safitri (2015) mengemukakan Peningkatan unsur nitrogen (N) yang bersumber dari bahan organik secara langsung akan menaikkan akumulasi N-total di dalam media. Ketersediaan unsur hara ini berperan penting dalam menstimulasi aktivitas seluler tanaman serta menjaga stabilitas laju fotosintesis. Melalui mekanisme fotosintesis yang konstan dan optimal tersebut, pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya penambahan tinggi tanaman, dapat tercapai secara maksimal pada waktunya. di sisi lain, literatur menyebutkan bahwa keberadaan unsur nitrogen (N) berfungsi penting dalam merangsang pertumbuhan organ vegetatif. Stimulasi pada fase vegetatif inilah yang kemudian menjadi faktor pendorong terjadinya pertambahan tinggi tanaman (Krisnaningsih & Suhartini, 2018).

Dalam mengukur perkembangan tanaman, parameter tinggi tanaman menunjukkan korelasi yang sangat kuat dengan ketersediaan unsur hara makro di dalam tanah, khususnya nitrogen. Pasokan nitrogen yang optimal menjadi salah satu faktor penentu utama dalam mendukung proses perpanjangan batang tanaman (Jatsiyah et al., 2024). Oleh sebab itu, unsur hara makro seperti nitrogen sangat erat kaitannya dengan penambahan tinggi pada tanaman, kurangnya ketersediaan N dapat membuat tanaman menjadi kerdil. Pertumbuhan pada tanaman, terutama pertumbuhan vegetatif, memiliki unsur utama, yaitu nitrogen. Dampaknya, tanaman akan menjadi kerdil apabila kekurangan unsur hara (Suriatna, 2002).

### **Diameter Batang Bibit Kelapa Sawit**

Berdasarkan data pertumbuhan diameter batang bibit kelapa sawit, aplikasi pupuk organik cair memberikan respons yang fluktuatif. Pengaruh nyata dari pemberian POC hanya terdeteksi pada saat bibit berumur 8 minggu setelah ditanam. Sebaliknya, pada fase umur lainnya, yaitu 2, 4, 6, 10, dan 12 minggu setelah tanam, perlakuan tersebut tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap perkembangan diameter batang.

Tabel 4. Pengaruh POC pelepah kelapa sawit dengan dekomposer yang berbeda terhadap diameter batang pada umur 2-12 minggu setelah tanam (MST)

Perlakuan	Diameter Batang (mm)					
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST
P0	1,55	2,58	5,36	6,26 ab	7,88	9,96
P1	1,68	2,30	5,06	6,13 b	7,28	9,86
P2	1,66	2,56	5,06	6,95 a	8,60	10,85
P3	1,78	2,48	5,25	6,33 ab	7,15	9,46
P4	1,96	2,70	5,30	6,65 ab	8,68	11,23

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata menurut Uji DMRT 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam.

Hasil pengamatan diameter batang dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil uji DMRT menunjukkan pertumbuhan diameter batang bibit kelapa sawit berbeda nyata pada umur 8 MST, terdapat pada perlakuan P2 yaitu 50 ml POC pelepah kelapa sawit dekomposer EM4 menunjukkan pertumbuhan diameter batang lebih baik sebesar 6,95 mm, namun tidak berbeda nyata pada perlakuan P0, P3 dan P4. Selanjutnya, pada perlakuan P1 yaitu POC pelepah kelapa sawit dekomposer EM4, menunjukkan pertumbuhan diameter batang kurang baik sebesar 6,13 mm, namun tidak berbeda nyata pada perlakuan P0, P3 dan P4.

Diduga bahwa aplikasi POC dekomposer EM4 sebanyak 50 ml, yang mengandung unsur K yang tinggi, berperan dalam meningkatkan penyerapan unsur hara yang dapat membantu pertumbuhan diameter batang. Hasil pengamatan ini didukung oleh literatur yang menyebutkan bahwa ketersediaan unsur hara K berkontribusi langsung dalam memacu aktivitas jaringan meristematik, terutama pada organ batang. Stimulasi pada jaringan ini tidak hanya memperkuat struktur tanaman agar tidak mudah roboh, tetapi juga memicu pertumbuhan diameter batang yang lebih signifikan (Diana et al., 2020). Proses pembesaran diameter batang tanaman erat kaitannya

dengan pemenuhan kebutuhan unsur K. Ketersediaan hara kalium yang optimal dalam media akan menjadi faktor penentu utama bagi perkembangan struktur batang tersebut.

POC memberikan unsur hara pada tanaman dan tanah yang dapat meningkatkan pertumbuhan diameter batang (Puspawati et al., 2016). Lebih lanjut, keberadaan hara kalium sangat menentukan perkembangan diameter batang tanaman. Peran penting ini berkaitan dengan fungsi batang sebagai jaringan konektor utama yang mengintegrasikan sistem perakaran dengan organ daun, terutama dalam jalur distribusi nutrisi dan air (Satria et al., 2015). Oleh karena itu, defisiensi atau kekurangan unsur K secara langsung akan menghambat proses pembelahan sel pada batang, yang pada akhirnya menyebabkan diameter batang tidak dapat membesar secara optimal (Jatsiyah et al., 2024).

### **Jumlah Daun Bibit Kelapa Sawit**

Berdasarkan data perkembangan jumlah daun bibit kelapa sawit, aplikasi pupuk organik cair menunjukkan pengaruh yang spesifik pada setiap fase umur tanaman. Respons nyata dari pemberian POC hanya terdeteksi pada saat bibit berumur 8 minggu setelah ditanam. Sebaliknya, pada pengamatan umur lainnya—yaitu 2, 4, 6, 10, dan 12 minggu setelah tanam—perlakuan tersebut tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap penambahan jumlah daun.

Tabel 5. Pengaruh POC pelepah kelapa sawit dengan dekomposer yang berbeda terhadap jumlah daun pada umur 2-12 minggu Setelah tanam (MST).

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)					
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST
P0	0,83	1,66	2,16	3,00 a	3,16	4,00
P1	0,83	1,33	2,00	2,33 bc	2,83	3,66
P2	1,00	1,83	2,16	2,83 ab	3,16	3,83
P3	0,83	1,50	2,00	2,66 ab	3,00	4,00
P4	0,83	1,66	2,00	2,00 c	3,00	4,00

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata menurut Uji DMRT 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam.

Hasil pengamatan jumlah daun bibit dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis uji DMRT menunjukkan bahwa jumlah daun bibit kelapa sawit berbeda nyata pada umur 8 MST. Perlakuan P0, yaitu tanpa POC, menunjukkan jumlah daun yang lebih baik, yaitu 3 helai daun, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan P3. Pada perlakuan P4, yaitu 50 ml POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang, menunjukkan jumlah daun yang kurang baik, yaitu 2 helai daun, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, yaitu POC pelepah kelapa sawit dekomposer EM4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tanpa POC (P0) menghasilkan jumlah daun tertinggi (3 helai) pada umur 8 MST dan berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P4. Fenomena ini mengindikasikan bahwa pada fase awal *pre-nursery* (hingga 8 MST), ketersediaan unsur hara alami dalam media tanam tanah sudah berada pada kondisi optimal dan mencukupi

untuk mendukung pertumbuhan vegetatif pada tahap awal bibit kelapa sawit. Hal ini sejalan dengan pernyataan Winarso (2005) bahwa jika ketersediaan hara dalam tanah telah memenuhi kebutuhan tanaman, maka penambahan hara makro secara eksternal tidak akan memberikan respons peningkatan pertumbuhan yang signifikan.

Sebaliknya, rendahnya jumlah daun pada perlakuan yang diberi POC (khususnya P4 dan P1) diduga disebabkan oleh kejenuhan hara atau ketidakseimbangan osmosis (*osmotic stress*) di sekitar perakaran bibit yang masih sangat muda. Pemberian POC pelepah kelapa sawit dalam dosis tertentu berpotensi meningkatkan nilai konduktivitas elektrik (EC) media tanam, sehingga menghambat penyerapan air dan hara oleh akar tanaman yang belum berkembang sempurna di fase *pre-nursery*. Menurut Yusuf (2024), pembentukan jumlah daun pada stadia awal ini juga sangat dibatasi oleh faktor genetik tanaman, di mana tanaman memiliki kapasitas maksimal tertentu dalam menyerap hara. Penambahan POC yang melebihi kapasitas serap optimal bibit justru memicu cekaman (stres) hara yang menghambat diferensiasi primordia daun, sehingga jumlah daun yang terbentuk menjadi lebih sedikit dibandingkan kontrol (P0).

Berdasarkan hasil sidik ragam, menunjukkan bahwa aplikasi 50 ml POC pelepah kelapa sawit dekomposer MOL bonggol pisang berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun, dengan jumlah daun terendah yaitu 2 daun. Hal ini disebabkan oleh kadar pH pada POC pelepah kelapa sawit yang tergolong masam sehingga menyebabkan terhambatnya penyerapan unsur hara pada tanaman. Penelitian tersebut diperkuat dengan pernyataan bahwa pH rendah (masam) dalam POC atau media tanam dapat menyebabkan penurunan ketersediaan unsur hara penting seperti fosfor, kalsium, dan magnesium karena unsur-unsur tersebut menjadi kurang larut atau terikat dalam bentuk yang sulit diserap tanaman (Jeksen & Mutiara, 2017).

## **Kesimpulan**

Setelah mengkaji hasil data pengamatan dan pembahasannya, kesimpulan yang dapat dirumuskan dari penelitian ini meliputi:

### **Pengolahan Limbah Pelepah Kelapa Sawit**

Pelepah kelapa sawit dapat diolah menjadi pupuk organik cair (POC) yang fungsional. Pemanfaatan limbah ini berkontribusi langsung dalam menekan akumulasi sisa tanaman di lahan perkebunan, sehingga mempermudah aksesibilitas jalur pelangsiran buah menuju Tempat Pengumpulan Hasil (TPH).

### **Efektivitas Dekomposer (EM4 vs MOL Bonggol Pisang)**

Aplikasi dekomposer EM4 memiliki efisiensi yang lebih tinggi dalam meningkatkan kadar unsur hara makro pada POC pelepah kelapa sawit dibandingkan dengan penggunaan MOL bonggol pisang. Kualitas POC terbaik diperoleh melalui aktivator EM4 dengan perolehan nilai hara N: 0,0067%, P: 0,0045%, dan K: 0,0083%. Sementara itu, POC hasil fermentasi MOL bonggol pisang memiliki kualitas di lebih rendah dengan kandungan N: 0,0064%, P: 0,0039%, dan K: 0,0038%.

### **Respons Dosis POC terhadap Parameter Vegetatif**

Pemberian pupuk organik cair dari pelepah kelapa sawit ini secara nyata mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Dosis perlakuan P2 (50 ml POC dekomposer EM4) diidentifikasi

sebagai konsentrasi yang paling efektif untuk merangsang penambahan tinggi tanaman, pembesaran diameter batang, serta peningkatan jumlah daun bibit.

### **Daftar Pustaka**

- Anas, M. (2015). *Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) Varietas DxP PPKS 718 di Main Nursery*. Politeknik Negeri Jember.
- Agustina Putri, L. P., Aswidinnoor, H., & Dwi Asmono, dan. (2009). Keragaan Genetik dan Pendugaan Heritabilitas pada Komponen Hasil dan Kandungan  $\beta$ -Karoten Progeni Kelapa Sawit Genetics Performance and Heritability Estimations on Yield Component and  $\beta$ -Carotene Content of Oil Palm Progenies. *J. Agron. Indonesia*, 37(2), 145–151.
- Dewi, T. K., Dewi, C. K., Raya, J., Prabumulih, P., & Ilir, O. (2014). Pembuatan Gas Bio dari Serbuk Kotoran Sapi, dan Larutan EM4. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(1).
- Diana, P., Akhir, N., & Efendi, S. (2020). Pengaruh Beberapa Dosis Abu Janjang Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (Theobroma cacao L). *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45(1), 69–79.
- Hadisuwito, S., (2007). *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Jakarta (ID). PT. Agromedia Pustaka. 50 hal.
- Jatsiyah, V., Setiawan, B., & Sunak. (2024). Ragam Dosis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Konsentrasi POC Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bibit Kelapa Sawit. *Agrovital : Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(2), 145–156.
- Jeksen, J., & Mutiara, C. (2017). Analisis Kualitas Pupuk Organik Cair dari Beberapa Jenis tanaman Leguminosa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 7, 124–130.
- Krisnaningsih, A., & Suhartini. (2018). Kualitas dan Efektivitas POC dari MOL Limbah Buah-buahan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Jurnal Prodi Biologi*, 7(6), 416–428.
- Meriatna, & Fahri, A. (2018). Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Microorganisme) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1), 13–29. <http://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk>
- Muhammad, T., Anhar, S., Sitinjak, R. R., Fachrial, E., & Pratomo, B. (2021). Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Tahap Pre-Nursery dengan Aplikasi Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 23(2), 94–99. <https://doi.org/10.30596/agrium.v21i3.2456>
- Nira, S. (2024). *Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Terhadap Pemberian Plant Grow Promoting Rhizobacteria Akar Bambu dan Pupuk Kotoran Ayam di Pre Nursery*. Universitas Jambi.
- Nugroho, P. (2013). *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*. Yogyakarta. Pustaka Baru.

- Parman, S. (2007). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, XV(2).
- Prastowo, I. A., Indraloka, A. B., & Siska, A. I. (2024). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Unsur Hara Nitrogen, Fosfor dan Kalium Pada Pupuk Organik Cair Urin Kambing Dan Bonggol Pisang. *ORYZA (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 13(2), 311–320. <https://doi.org/10.33627/oz.v13i2.2705>
- Puspawati, S., Sutari, W., & Kusumiyati. (2016). Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) dan dosis pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var *Rugosa Bonaf*) kultivar Talenta. *Jurnal Kultivasi*, 15(3).
- Rahmah, A., Izzati, M., & Parman, S. (2014). Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Sawi Putih (*Brassica chinensis* L.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *Saccharata*). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, XXII(1), 65–71.
- Satria, N., Amrul Khoiri, M., Agroteknologi, J., & Pertanian, F. (2015). Pengaruh Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 2(1).
- Semaun, R., Munir, & Rauf, J. (2024). Kualitas Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Bioaktivator Limbah Buah Mengkudu pada Waktu Fermentasi yang Berbeda. *Journal Galung Tropika*, 13(3), 452–460. <https://doi.org/10.31850/jgt.v13i3.1123>
- Suhastyo, A. A., Anas, I., Dwi, A. S., & Lestari, Y. (2013). Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) yang Digunakan pada Budidaya Padi Metode SRI (System of Rice Intensification). *Sainteks*, X(2), 29–39.
- Sulfianti, Risman, & Saputri, I. (2021). Analisis NPK Pupuk Organik Cair Dari Berbagai Jenis Air Cucian Beras Dengan Metode Fermentasi Yang Berbeda. *Jurnal Agrotech*, 11(1), 36–42.
- Suriatna, S. (2002). *Metode Penyuluhan Pertanian*. Jakarta (ID): PT. Medyatama Sarana Perkasa. 74 hal
- Syahfitri, M. M. (2009). *Analisa Unsur Hara Fosfor (P) pada Daun Kelapa Sawit Secara Spektrofotometri di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan*. Universitas Pengetahuan Alam.
- Wardati Sari, M., & Alfianita, S. (2018). Pemanfaatan Batang Pohon Pisang Sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Aktivator EM4 dan Lama Fermentasi. *Jurnal TEDC*, 12(2), 133–138.
- Wijaksono, R. A., Subiantoro, R., & Utoyo, B. (2016). Pengaruh Lama Fermentasi pada Kualitas Pupuk Kandang Kambing. *Jurnal Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 4(2), 88–96.
- Winarso, S. (2005). *Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Yogyakarta (ID). Gava Media. 269 hal.
- Yanti, S., Ibrahim, I., Kurniawan, E., & Muhammad. (2022). Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Sayuran Dengan Menggunakan Bioaktivator EM4. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(2), 267–279.

Zuraina, W. K., Pudjianto, E., Udin, A., Kurniawati, N., Magdalena, E., & Damarjati, S. N. (2022). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021 - 2023*. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/20225>