

## Physical and Chemical Characteristic Analysis of Liquid Organic Fertilizer from Chicken Manure and Mustard Greens Waste

Rista Delyani<sup>1\*</sup>, Jaini Fakhrudin<sup>1</sup>, Muhammad Ali<sup>1</sup>, Lisnawati Waruwu<sup>1</sup>, Putriana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak, Indonesia;

### Article History

Received : February 23<sup>th</sup>, 2026

Revised : April 20<sup>th</sup>, 2026

Accepted : May 06<sup>th</sup>, 2026

\*Corresponding Author: **Rista Delyani**, Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak, Indonesia;  
Email: [ristadelyani@gmail.com](mailto:ristadelyani@gmail.com)

**Abstract:** Liquid organic fertilizer (LOF) can be made from organic waste. The purpose of this study was to determine the physical and chemical characteristics of liquid organic fertilizer made from chicken manure and mustard green waste. This study used a Completely Randomized Design with 5 treatments of combinations of the amount of mustard green waste and chicken manure as follows: P1: Chicken manure 1000 g, P2: Mustard green waste 750 g, P3: Chicken manure 500 g + Mustard green waste 500 g, P4: Chicken manure 250 g + Mustard green waste 750 g and P5: Chicken manure 750 g + Mustard green waste 250 g. The results showed that in 45 days the LOF produced had the following physical characteristics: temperature ranging between 27-29.38 °C, foul-smelling aroma, and color varying from yellowish green to black. In addition, the chemical characteristics were as follows: pH values ranged from 5.53 - 7.96, the content of macro nutrients (N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O) ranged from 0.2-0.8% and C-organic was between 0.5-0.8%. Most of the character did not meet the minimum technical requirements by the Ministry of Agriculture Decree number 261 of 2019. Further studies are required to determine better composition of organic matters.

**Keywords:** Carbon Organic; Fermentation; Kalium; Nitrogen; Phosphor.

### Pendahuluan

Penggunaan pupuk tidak bisa dipisahkan dari kegiatan budidaya tanaman. Wirayuda & Koesriharti (2020) menyatakan bahwa pupuk anorganik umumnya digunakan karena dapat menyediakan ketiga unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Penggunaan pupuk ini memang dapat meningkatkan produksi tanaman dan mempermudah aplikasi karena penggunaannya yang praktis, namun apabila digunakan secara terus menerus maka justru akan mengurangi kualitas lahan (Raden et al., 2017). Alternatif yang bisa diberikan adalah dengan menggunakan pupuk organik.

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari dekomposisi bahan organik seperti sisa makhluk hidup. Aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah (Adil et al., 2006). Pupuk ini bisa terdapat dalam bentuk padat dan cair. Pupuk organik berbentuk cair, biasa disebut dengan pupuk

organik cair (POC). Beberapa kajian menunjukkan bahwa POC tidak hanya mampu mengatasi defisiensi hara secara cepat, tapi juga didukung dengan adanya mikroorganisme, dapat meningkatkan kualitas tanah sehingga mampu mendukung pertumbuhan tanaman, bahkan pada kondisi marginal (Waruwu et al., 2024).

Pengembangan POC sudah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai bahan. Limbah pertanian sering digunakan sebagai bahan bakunya karena mudah diperoleh sekaligus dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Limbah pertanian dapat berupa limbah sayuran, limbah perikanan hingga limbah rumah tangga (Lesik et al., 2019). Perbedaan bahan baku POC menghasilkan kandungan unsur hara yang berbeda pula. POC yang berbasis hewani dapat memiliki kandungan unsur hara yang berbeda dengan POC yang berbasis nabati. Quiñones et al. (2016) menyatakan bahwa POC berbasis

hewani memiliki kandungan N total, C, C/N rasio, P, Mg, Ca, Fe, Zn, Mn yang lebih tinggi daripada POC berbasis nabati. Namun, kandungan K lebih banyak pada POC berbasis nabati. Hal ini menjadi dasar bahwa perumusan formulasi POC yang menggabungkan kedua bahan ini berpotensi mendapatkan POC yang lebih kaya unsur hara.

Perumusan formulasi POC perlu mempertimbangkan penelitian terdahulu untuk memastikan POC yang dihasilkan mampu memenuhi ketentuan, terutama persyaratan teknis minimal sesuai Kepmentan no 261 tahun 2019. Karyanto *et al.* (2022) menyatakan bahwa POC dari limbah sayur bayam, kangkung dan sawi telah memenuhi standar kualitas POC sesuai Kepmentan no 261 tahun 2019. Kandungan N, P, K dan C-organik dengan kandungan tertinggi ada pada POC berbahan dasar limbah sawi sehingga limbah sawi bisa digunakan sebagai bahan organik berbasis nabati untuk pembuatan POC. Sedangkan untuk bahan organik berbasis hewani, bisa diperoleh dari kotoran hewan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kotoran hewan dapat meningkatkan kesuburan tanah, yaitu pada kandungan unsur hara dan kandungan mikroanya (Atman, 2020). Dari beberapa POC yang berbahan kotoran hewan, POC dari kotoran ayam memiliki kandungan N, P, K yang lebih tinggi daripada kotoran sapi dan kambing (Lussy *et al.*, 2022). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mencoba menganalisis karakteristik fisik dan kimia dari kombinasi dua sumber bahan POC yaitu limbah sayur sawi dan kotoran ayam.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Mei hingga Agustus 2024. Pembuatan POC dilakukan di Green House Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Pontianak. Pengukuran kandungan unsur hara POC dilakukan di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Pontianak.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah timbangan, ember, toples ukuran 10 L, botol air mineral 1,5

L, pengaduk, parang, sekop, label, lakban bening, spidol, pH meter, termometer, gelas ukur. Bahan yang digunakan yaitu: kotoran ayam, limbah sayur sawi, daun lamtoro, daun gamal, EM4, air dan gula pasir.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian dengan desain eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena lingkungan penelitian diasumsikan seragam. Penelitian dilakukan dalam ruangan yang terkontrol serta menggunakan reaktor fermentasi yang seragam. Terdapat lima perlakuan kombinasi jumlah limbah sawi dan kotoran ayam. Setiap perlakuan diulang dalam 4 reaktor fermentasi sehingga total terdapat 20 reaktor fermentasi. Adapun perlakuan adalah sebagai berikut :

P1 = Kotoran ayam 1000 g + Daun-daunan 500 g (rekomendasi Waruwu *et al.*, 2024)

P2 = Limbah sawi 750 g + Daun-daunan 500 g (rekomendasi Karyanto *et al.* (2022))

P3 = Kotoran ayam 500 g + Sawi 500 g + Daun-daunan 500 g

P4 = Kotoran ayam 250 g + Sawi 750 g + Daun-daunan 500 g

P5 = Kotoran ayam 750 g + Sawi 250 g + Daun-daunan 500 g

### Prosedur Penelitian

Setiap reaktor fermentasi dibuat menggunakan toples berukuran 10 L yang dihubungkan dengan botol air mineral bervolume 1.5 L menggunakan selang plastik. Siapkan 10kg limbah sayur sawi, 10 kg daun-daunan (gamal dan lamtoro) dan 10 kg kotoran ayam. Selanjutnya, cincang kasar limbah sayur sawi dan daun-daunan. Kotoran ayam dihaluskan secara manual dengan menggunakan kayu. Kotoran ayam, limbah sawi dan daun-daunan ditimbang sesuai dengan komposisi sesuai perlakuan lalu dimasukkan ke dalam masing-masing toples dan tambahkan 5 L air. Setelah itu, larutan EM4 dibuat dengan cara mencampur 50 mL EM4 dan 50 g gula pasir ke dalam 7 L air, dan diaduk hingga larut. Larutan EM4 tersebut diberikan kepada campuran tersebut sebanyak 350 mL ke setiap perlakuan lalu aduk rata. Tutup rapat toples dan fermentasi selama 45 hari.

Pengamatan karakteristik fisik (suhu, aroma dan warna) dilakukan setiap tiga hari sekali selama 45 hari. Pengamatan pH dilakukan

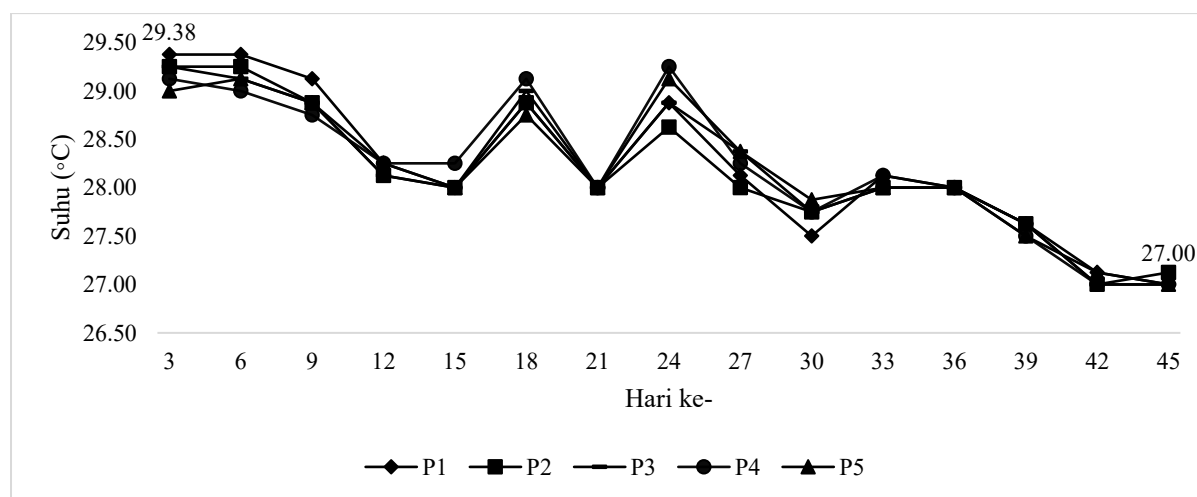
setiap tiga hari hingga 45 hari. Pengujian kandungan unsur hara N total,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , C-organik dilakukan dua kali yaitu pada hari ke-30 dan ke-45. Larutan POC disaring terlebih dahulu untuk memisahkannya dari ampas, lalu dimasukkan ke dalam botol plastik 100 ml untuk dianalisis di laboratorium. Data diolah dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5% menggunakan software Minitab. Apabila ada perbedaan yang nyata akan diuji lanjut menggunakan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

## Hasil dan Pembahasan

### Suhu

Suhu POC mengalami fluktuasi dengan kecenderungan semakin turun seiring lamanya waktu pengamatan (Gambar 1). Suhu POC di awal fermentasi mencapai 29°C. Aktivitas mikroorganisme paling tinggi pada fase ini. Suhu kemudian mengalami penurunan hingga hari ke-12. Fluktuasi suhu kemudian terjadi pada hari ke 15 – 33 dan selanjutnya suhu cenderung menurun hingga 27°C. Tidak terdapat perbedaan suhu yang signifikan antar perlakuan komposisi bahan.

Perubahan suhu POC selama pengamatan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang mulai menguraikan bahan organik dan membelah diri secara cepat. Suhu yang meningkat pada awal fermentasi menandakan mikroorganisme bekerja secara maksimal karena adanya panas dari hasil metabolime mikroorganisme. Sebaliknya, penurunan suhu dapat disebabkan akibat habisnya nutrisi pada POC yang menyebabkan mikroorganisme kehabisan bahan makanan dan mengalami kematian (Rahardi et al., 2023). Suhu maksimal POC pada penelitian ini masih di bawah 30°C yang menandakan fermentasi belum optimal. Kondisi yang sama juga terjadi pada POC yang dibuat oleh Sulfiantri et al. (2021), dimana suhu POC berkisar 28-31°C. Menurut Arifan et al. (2022), suhu optimal fermentasi berkisar antara 35-55 °C. Kenaikan suhu hanya berlangsung pada enam hari pertama mengindikasikan bahwa selama sisa pengamatan fermentasi tidak berlangsung sempurna. Karena hal ini terjadi pada semua perlakuan, diduga hal dapat disebabkan karena ketidakseimbangan komposisi bahan dalam perlakuan, baik itu bahan organik (kotoran ayam dan limbah sayur sawi) ataupun jumlah mikroba dan jumlah gula yang digunakan pada penelitian.



Keterangan: P1:Kotoran ayam 1000 g, P2: Limbah sayur sawi 750 g, P3 Kotoran ayam 500 g + limbah sayur sawi 500 g, P4: Limbah sayur sawi 750 g + Kotoran ayam 250 g dan P5: Kotoran ayam 750 g + Limbah sayur sawi 250 g.

**Gambar 1.** Suhu POC selama 45 hari

### Aroma

Aroma POC adalah salah satu indikator penentu kematangan POC. Pada penelitian ini, aroma hanya dinilai secara deskriptif dan tidak diukur secara kuantitatif. POC yang sudah

matang ditandai dengan munculnya aroma masam seperti tapai akibat adanya asam organik yang dihasilkan dari fermentasi secara anaerobik. Pada penelitian ini semua perlakuan menghasilkan POC yang berbau busuk, sejak

awal dibuat hingga 45 hari pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses fermentasi berjalan tidak sempurna. Fermentasi yang tidak sempurna memungkinkan terjadinya aktivitas mikroba proteolitik yang menyebabkan POC menimbulkan bau busuk. Mikroba proteolitik bekerja dengan memecahkan protein, dan komponen nitrogen lainnya sehingga berdampak menimbulkan bau busuk dari POC tersebut (Putra et al, 2021). Alimuddin et al., (2024) menyatakan saat terjadi kekurangan oksigen, bakteri melepaskan amoniak dan H<sub>2</sub>S sehingga menimbulkan bau menyengat. Dekomposisi yang baik seharusnya menghilangkan bau amoniak (Nuraini et al., 2017). Aroma masam pada semua perlakuan mendukung dugaan bahwa fermentasi pada semua komposisi bahan mengalami kegagalan.

### Warna

Warna POC yang teramati selama fermentasi setelah 45 hari dapat dilihat pada Gambar 2. Warna POC bervariasi dari hijau kekuningan sampai hitam. Komposisi sumber bahan baku memberikan perbedaan warna tersebut. Warna lebih gelap dihasilkan oleh perlakuan P1, P3 dan P5 karena mengandung kotoran ayam lebih banyak. POC dari limbah sawi menghasilkan POC yang berwarna hijau kekuningan (P2). Semakin lama fermentasi dilakukan, semakin gelap warna yang dihasilkan.



**Gambar 2.** Perbedaan warna POC setelah fermentasi

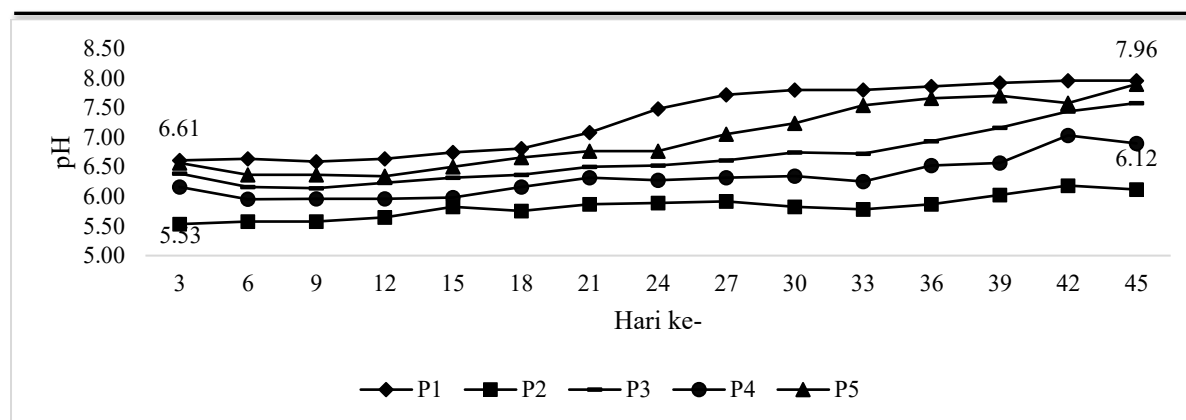
Perubahan warna yang terjadi disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme yang

merombak bahan organik saat fermentasi dilakukan. Pemberian EM-4 pada penelitian ini menambahkan mikroorganisme pada POC. Menurut Fatimah (2021), penambahan EM-4 dalam pembuatan POC dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna dari warna coklat kehitaman menjadi warna coklat yang disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi. Namun, perubahan warna tidak selalu menjadi satu-satunya indikator keberhasilan pembuatan pupuk cair. Parameter lain seperti suhu dan aroma juga menentukan keberhasilan fermentasi.

### Nilai pH

Nilai pH menentukan tingkat keasaman POC. Nilai pH setiap perlakuan mengalami kenaikan hingga fermentasi hari ke-45 (Gambar 3). Nilai pH pada hari ke-3 berkisar antara 5,53 – 6,61 sedangkan pada hari ke 45 berkisar antara 6,15 – 7,96. Sejalan dengan Norhikmah et al. (2022) dimana semakin lama fermentasi, pH akan semakin mendekati netral. Proses fermentasi menghasilkan asam organik yang membuat pH POC menjadi turun, selanjutnya jasad renik jenis lainnya akan memakan asam organik tersebut sehingga tingkat pH naik (Madusari & Firmanto, 2021). Merujuk pada Kepmentan no 261 tahun 2019, nilai pH POC dari kelima perlakuan ini sudah memenuhi standar mutu yaitu memiliki pH antara 4 – 9. Kualitas pupuk organik dilihat dari nilai pH akhir karena mempengaruhi pH tanah dan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Wang et al., 2015).

Perbedaan bahan baku POC menghasilkan perbedaan nilai pH. Gambar 3 menunjukkan bahwa perlakuan P1 menghasilkan nilai pH tertinggi dibanding perlakuan lainnya sedangkan P2 menghasilkan nilai pH terendah. Dari nilai pH tersebut, dapat dilihat bahwa perlakuan yang mengandung jumlah kotoran ayam lebih banyak, cenderung menghasilkan pH POC yang lebih tinggi daripada perlakuan yang mengandung jumlah limbah sawi lebih banyak. Hal ini sesuai dengan Lussy et al. (2022) karena kotoran ayam memiliki kandungan serat/selulosa yang lebih sedikit. Semakin banyak selulosa, semakin rendah pH karena mikroba mengurai selulosa menjad asam organik.



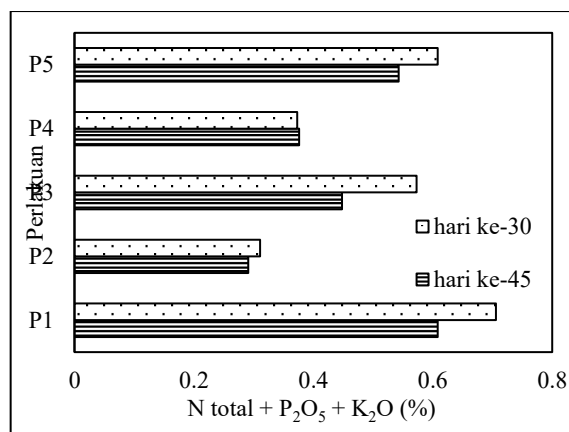
Keterangan: P1:Kotoran ayam 1000 g, P2: Limbah sayur sawi 750 g, P3 Kotoran ayam 500 g + limbah sayur sawi 500 g, P4: Limbah sayur sawi 750 g + Kotoran ayam 250 g dan P5: Kotoran ayam 750 g + Limbah sayur sawi 250 g.

Gambar 3. Nilai pH POC selama 45 hari

### Kandungan N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dan C-organik

Hasil pengukuran kandungan N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dan C-organik di hari ke-30 dan 45 ditampilkan pada Gambar 4 dan Tabel 1. Secara umum, perlakuan P1 memiliki kandungan N total + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O yang lebih tinggi dan perlakuan P2 yang paling sedikit (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa kotoran ayam lebih berkontribusi dalam menyumbang unsur hara pada POC dibandingkan dengan limbah sayur. Namun, jika dibandingkan dengan persyaratan teknik minimal POC pada Kepmentan no 261 tahun 2019, POC dari kelima perlakuan ini masih belum memenuhi standar mutu (<2%). Standar mutu POC yaitu memiliki kandungan hara makro (N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O yaitu 2-6% dan C-organik minimal 10% (Kepmentan, 2019). Hal ini dapat disebabkan karena tidak sempurnanya fermentasi

yang terjadi sehingga penguraian unsur hara oleh mikroga tidak maksimal.



Gambar 4. Nilai N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O hari ke-30 & 45

Tabel 1. Nilai N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dan C-organik (%) pada POC pada hari ke-30 dan 45

Perlakuan	N total (%)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		K <sub>2</sub> O (%)		C-organik (%)	
	hari ke- 30	hari ke- 45	hari ke- 30	hari ke- 45	hari ke- 30	hari ke- 45	hari ke- 30	hari ke- 45
P1	0,238 A	0,153 A	0,060 AB	0,040 B	0,408 A	0,415 A	0,593 AB	0,573 AB
P2	0,145 B	0,103 C	0,033 C	0,038 B	0,133 E	0,150 E	0,520 B	0,823 A
P3	0,230 A	0,135 AB	0,050 B	0,028 B	0,293 C	0,285 C	0,705 A	0,503 B
P4	0,100 B	0,118 BC	0,070 A	0,030 B	0,203 D	0,228 D	0,539 B	0,548 B
P5	0,225 A	0,120 BC	0,048 BC	0,083 A	0,335 B	0,340 B	0,530 B	0,535 B

Keterangan: P1:Kotoran ayam 1000 g, P2: Limbah sayur sawi 750 g, P3 Kotoran ayam 500 g + limbah sayur sawi 500 g, P4: Limbah sayur sawi 750 g + Kotoran ayam 250 g dan P5: Kotoran ayam 750 g + Limbah sayur sawi 250 g. Angka yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Kandungan masing-masing unsur hara N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dan C-organik pada hari ke-30 dan 45 ditunjukkan pada Tabel 1. Kandungan N total menurun dengan lamanya waktu fermentasi pada semua perlakuan. Penurunan kandungan N total sesuai dengan Muliati et al., (2025) karena dalam fermentasi terjadi aktivitas mikroorganisme yang menurun karena tercapainya kesetimbangan serta proses denitrifikasi yang melepaskan N<sub>2</sub> ke udara. Sementara itu, kandungan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mengalami kenaikan dan penurunan pada beberapa perlakuan seiring bertambahnya waktu fermentasi. Menurut Rasmito et al., (2019), peningkatan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dapat terjadi di awal karena penambahan bioaktivator dari EM4, namun penurunan dapat semakin lama fermentasi dilakukan terjadi penurunan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> karena proses fermentasi bakteri pengurai fosfor belum bekerja dengan baik. Pada penelitian ini, terjadi fluktuasi diduga karena fermentasi tidak berjalan dengan sempurna. Di sisi lain, kandungan K<sub>2</sub>O dan C-organik cenderung stabil.

Perbedaan dan perubahan kandungan unsur hara selama waktu fermentasi dapat dipengaruhi oleh bahan yang dirombak dan aktivitas mikroba. Penelitian Sarah et al. (2023) yang membuat POC dari limbah sayuran (wortel) menghasilkan POC dengan kandungan unsur hara yang tidak jauh berbeda dengan penelitian ini, yaitu N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dan C-organik berturut-turut yaitu 0,15%, 0,042%, 0,27% dan 0,58%. Berbeda dengan Istifarini & Asngad (2023) yang mengombinasikan gamal, ampas tahu dan batang pisang memperoleh POC dengan kandungan N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O berturut-turut yaitu 0,59-0,5%; 0,05-0,06%; 0,06-0,09%.

## Kesimpulan

Selama 45 hari fermentasi, POC yang diproduksi memiliki karakteristik fisik sebagai berikut : suhu berkisar antara 27-29,38 °C, aroma berbau busuk, dan warna bervariasi dari hijau kekuningan hingga hitam. Selain itu, karakteristik kimia yang diamati adalah sebagai berikut : nilai pH berkisar antara 5,53 - 7,96, kandungan unsur hara makro (N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O) berkisar antara 0,2-0,8% (<2-6 %) dan C-organik masih berada antara 0,5-0,8% (<10%). Sebagian besar parameter menunjukkan bahwa karakter fisik dan kimia POC yang dibuat tidak memenuhi

persyaratan teknik minimal POC pada Kepmentan no 261 tahun 2019. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mencari komposisi bahan yang lebih baik.

## Ucapan Terima Kasih

Tim penelitian mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Pontianak yang telah mendanai penelitian ini melalui program Pendanaan Penelitian Terapan dan Pengabdian pada Masyarakat tahun 2024.

## Referensi

- Adil, W. H., Sunarlim, N., & Roostika, I. (2006). Effect of three different nitrogen fertilizers on several vegetable crops. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 7(1). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d070119>
- Alimuddin, S., Sabahannur, S., & Syam, N. (2024). Pemanfaatan Berbagai Jenis Mikroorganisme Lokal (MOL) sebagai Bioaktivator pada Pengomposan Sampah Rumah Tangga. *Jurnal Agrotek*, 8(1). <https://doi.org/10.33096/agrotek.v8i1.481>
- Arifan, F., Broto, W., Fatimah, S., dan Salsabila, E. (2022). Pengaruh komposisi dan waktu fermentasi terhadap karakteristik pupuk organik limbah cair tahu. *PENTANA, Jurnal Penelitian Terapan Kimia*. 3(1).
- Atman. (2020). The Role Of Manure In Increasing Soil Fertility And Plant Productivity. *Jurnal Sains Agro*, 5(1). <https://doi.org/10.36355/jsa.v5i1.285>
- Fatimah, D. (2021). Pengaruh Penambahan Effective Mikroorganisme (EM-4) Terhadap Kandungan Hara Pupuk Organik Cair Berbahan Kotoran Kambing dan Kulit Pisang Kepok (Doctoral dissertation, Peternakan).
- Istifarini, F., & Asngad, A. (2023). Quality of Liquid Organic Fertilizer Combination Gamal Leaves and Tofu Dregs with Banana Stem Bioactivator. *Incobest (International Conference on Biology Education, Natural Science, and Technology)*, 1(1).
- Karyanto, S. A., Pungut, & Widodo. (2022). Pupuk Organik Cair Dari Limbah Sayur (Kangkung, Bayam, Sawi). *Jurnal Teknik Waktu*, 20(1).

- <https://doi.org/10.36456/waktu.v20i01.5142>
- Kepmentan. (2019). Kepmentan 261 tahun 2019 ttg persyaratan teknis minimal pupuk organik.
- Lesik, M. M. N. N., Dadi, O., Wahida, Andira, G., & Laban, S. (2019). Nutrient analysis of liquid organic fertilizer from agricultural waste and rumen liquid. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 343(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012178>
- Lussy, N. D., Walunguru, L., Kristofel, D., & Hambamarak, H. (2022). Karakteristik Kimia Pupuk Organik Cair Dari Tiga Jenis Kotoran Hewan Dan Kombinasinya. *PARTNER*, 22(1). <http://dx.doi.org/10.35726/jp.v22i1.239>
- Madusari, S., & Firmanto, Z. (2021). Enhancing the Quality of Compost from Oil Palm Residue by Inoculating Nitrogen-Fixing Bacteria: Impact on Brassica rapa v. chinensis Growth. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(3), 806–816. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i3.9562>
- Muliati, L., Maelani, R., & Khopipah, S. N. (2025). Determination of Optimal Fermentation Time in the Production of Liquid Organic Fertilizer from Tempe Liquid Waste with the Addition of Banana Peels. *Sainteks: Jurnal Sain Dan Teknik*, 7(01), 193–202. <https://doi.org/10.37577/sainteks.v7i01.877>
- Norhikmah, Khamidah, N., & Sari, N. (2022). Pengaruh Dekomposer Trichoderma harzianum, Trichoderma koningii, dan Trichoderma viridae terhadap Kualitas Pupuk Organik Cair (POC) dari Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*). *Agrotek View*, 5(1). <https://doi.org/10.20527/agtview.v5i1.4798>
- Nuraini, Y., Rurin, D., & Asgianingrum, E. (2017). Peningkatan Kualitas Biourin Sapi dengan Penambahan Pupuk Hayati dan Molase serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Pakchoy. *J. Hort. Indonesia*, 8(3), 183–191.
- Quiñones, A., Martínez-Alcántara, B., Martínez-Cuenca, M. R., Bermejo, A., & Legaz, F., (2016). Liquid organic fertilizers for sustainable agriculture: Nutrient uptake of organic versus mineral fertilizers in citrus trees. *PLoS ONE*, 11(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161619>
- Raden, I., Fathillah, S. S., Fadli, M., & Suyadi, S. (2017). Nutrient content of Liquid Organic Fertilizer (LOF) by various bioactivator and soaking time. *Nusantara Bioscience*, 9(2), 209–213. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n090217>
- Rahardi, I. P. Y. K., Madrini, I. A. G. B., & Wijaya, I. M. A. S. (2023). Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan Sampah Buah-Buahan dan Sayuran pada Rasio Bahan dan Headspace yang Berbeda. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 11(2). <https://ejournal3.unud.ac.id/index.php/beta/article/download/2803/1474>
- Rasmito, A., Hutomo, A., & Hartono, A. P. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Cair dengan Cara Fermentasi Limbah Cair Tahu, Starter Filtrat Kulit Pisang dan Kubis, dan Bioaktivator EM4. *Jurnal IPTEK*, 23(1). <https://doi.org/10.31284/j.iptek.2019.v23i1>
- Sarah, M., Misran, E., Maulina, S., & Madinah, I. (2023). Optimization of fermentation condition to produce liquid organic fertilizer (LOF) from rotten vegetable waste using response surface methodology. *Cleaner Engineering and Technology*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100679>
- Sulfiantri, Risman, & Saputri, I. (2021). Analisis NPK Pupuk Organik Cair Dari Berbagai Jenis Air Cucian Beras Dengan Metode Fermentasi Yang Berbeda NPK Analysis Of Liquid Organic Fertilizer From Various Types Of Rice Washing Water With Different Fermentation Methods. *Jurnal Agrotech*, 11(1), 36–42. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v11i1.62>
- Wang, X., Cui, H., Shi, J., Zhao, X., Zhao, Y., & Wei, Z. (2015). Relationship between

- bacterial diversity and environmental parameters during composting of different raw materials. *Bioresource Technology*, 198, 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.09.041>
- Waruwu, N. N., Gea, D. S. P., Laoli, O., Waruwu, A. S., & Lase, N. K. (2024). Kajian Literatur: Pengaruh Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman di Lahan Kering. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 1(3), 28–39. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v1i3.146>
- Wirayuda, B., & Koesriharti. (2020). Effect Of Organic And Anorganic Fertilizers On Growth And Yield Of Sweet Corn Plants (*Zea mays* L. var. *saccharata*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 8(2), 201–209.