



## Kualitas Pupuk Organik Cair (POC) dengan Nisbah C/N yang Berbeda Berbasis Urine Sapi dan *Cichorium Intybus* L.

### *Quality Liquid Organic Fertilizer with Variant C/N Ratio based on Cow Urine and Cichorium Intybus L.*

Angelli Ana\*, Mohamad Haris Septian, Tri Puji Rahayu

Animal Husbandry Study Program, Faculty of Agriculture, Tidar University

\* Corresponding Author. E-mail address: [angelli.ana@students.untidar.ac.id](mailto:angelli.ana@students.untidar.ac.id)

#### ARTICLE HISTORY:

Submitted: 26 July 2025

Revised: 26 November 2025

Accepted: 27 November 2025

Published: 1 March 2026

#### KATA KUNCI:

Chicory

NPK

pH

Rasio C/N

#### KEYWORDS:

Chicory

NPK content

pH

C/N Ratio

#### ABSTRAK

Selama proses pengomposan berlangsung, total karbon dan nitrogen harus terpenuhi dengan cara melakukan perhitungan rasio C/N. Karbon dan nitrogen digunakan mikroorganisme untuk sumber energi dan penyusun sel tubuh. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan yaitu tanaman chicory. Tujuan pembuatan POC urine sapi yang ditambah akar chicory dapat menjadi alternatif bahan organik dan meningkatkan kualitas kandungan unsur hara POC urine sapi dan akar chicory dibuat dengan metode fermentasi selama 51 hari dengan empat perlakuan yaitu C/N 20, C/N 25, C/N 30, dan C/N 35. Parameter pada penelitian ini yaitu kandungan nitrogen, fosfor, kalium, dan pH dan diuji dengan metode kjedhal, spektrofotometri, gravimetri dan pH meter. Berdasarkan analisis kandungan N, P, dan K pada rasio C/N 20, C/N 25, C/N 30, dan C/N 35 yaitu 1,75%, 1,85%, 1,95%, dan 2,11. Kandungan NPK tertinggi terdapat di perlakuan C/N 35 yaitu N 1,37%, P 0,18%, dan K 0,55% dengan total 2,11%. Kandungan unsur hara dipengaruhi oleh bahan baku dan aktivitas dekomposisi mikroorganisme. Kandungan karbon dan nitrogen yang terpenuhi menjadi faktor penting dalam peningkatan kualitas unsur hara. Rasio C/N optimal untuk pengomposan yaitu 30-40. Nilai pH dengan perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan C/N 20 yaitu 6,49. Nilai pH dipengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik.

#### ABSTRACT

During the composting process, total carbon and nitrogen must be fulfilled calculating C/N ratio. Carbon and nitrogen will be used microorganism as a source of energy and complement body cells. This study aims to make cow urine a POC that can be an alternative organic material and can improve the quality nutrient. Cow urine and chicory root used to make POC were made using a fermentation method 51 days, with four treatments where each treatment was repeated five times with C/N 20, C/N 25, C/N 30, and C/N 35. The parameters in this study were nitrogen (N), phosphorus, potassium, and pH. Process this research uses kjedhal, spectrophotometry, gravimetry, and pH. The results showed that the analysis of N, P, K concentrations at the C/N ratios 20, 25, 30, and 35 is 1,75%, 1,85%, 1,95%, and 2,11. Based on analysis, highest NPK was found in C/N 35 specifically N 1,37%, P 0,18%, and K 0,55% with a total of 2,11%. Nutrient POC is

© 2025 The Author(s). Published by Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung in collaboration with Indonesian Society of Animal Science (ISAS).

This is an open access article under the CC BY 4.0 license:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

*influenced by materials and the decomposing activity of microorganisms. Carbon and nitrogen are important factors in improving nutrient quality. The optimal C/N ratio for composing is 30-40. The pH with the best treatment is C/N 20, which is 6.49. The pH value is influenced by the activity of microorganisms decomposing organic materials.*

## 1. Pendahuluan

Urine sapi merupakan limbah dari usaha peternakan, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk mengurangi dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan. Urine sapi memiliki kandungan unsur hara yakni nitrogen (N) 1,00%, fosfor (P) 0,50%, kalium (K) 1,50% (Badat *et al.*, 2021) dan zat pertumbuhan *Indole Acetic Acid* (IAA). Kandungan unsur hara tersebut dapat digunakan untuk bahan pembuatan pupuk organik cair guna menyediakan kandungan unsur hara bagi tanaman. Aroma khas POC dapat mencegah dan mengendalikan hama tanaman (Hendriyanto *et al.*, 2019).

Pembuatan pupuk organik cair dilakukan melalui metode pengomposan 21-28 hari (Kusuma *et al.*, 2017). Selama proses pengomposan perlu diperhitungkan nisbah C/N untuk menjaga keseimbangan unsur haranya (Bachtiar dan Ahmad, 2019; Hajama, 2014). Rasio C/N <35 akan menghasilkan imobilisasi mikroba, C/N 20-30 keadaan antara mineralisasi dan imobilisasi seimbang (Haidla *et al.*, 2016), serta C/N <20 bahan organi mudah mengalami mineralisasi dan mikroorganisme akan mati (Wardana *et al.*, 2022). Nisbah C/N dapat mempengaruhi proses fermentasi dan kualitas POC (Imanudin *et al.*, 2018). Karbon berperan sebagai sumber energi, sedangkan nitrogen sebagai nutrisi pembentuk sel tubuh mikroorganisme ketika proses fermentasi berlangsung (Sari *et al.*, 2018). Salah satu sumber karbon alami yang dapat digunakan untuk memenuhi energi mikroba yaitu inulin (Zhu *et al.*, 2018).

Inulin merupakan serbuk berwarna putih, tidak berwarna dan berbau, serta tergolong sebagai karbohidrat. Akar tanaman chicory tergolong sebagai sumber inulin alami yang mengandung 10% monosakarida dan disakarida dan 30% sukrosa, fruktosa, dan oligosakarida, dengan total inulin dalam 100 gram akar chicory yaitu 35,70-47,6 (Abed *et al.*, 2016). Pemberian inulin sebanyak 0,5% dapat meningkatkan pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* (Setiarto *et al.*, 2017). Menurut Riyanto dan Nafisah (2022), penambahan inulin dalam pembuatan pupuk organik akan membantu mempercepat fermentasi oleh bakteri asam laktat.

Pupuk organik cair dengan bahan baku urine sapi dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan pemberiannya dapat meningkatkan penyerapan unsur hara makro dan mikro, jika dibandingkan dengan tanaman yang diberi pupuk anorganik. Kandungan unsur hara pada pupuk dipengaruhi oleh rasio C/N, sehingga dilakukan penelitian ini guna mengetahui kualitas POC dengan nisbah C/N berbeda berbasis urine sapi dan akar *Chicorium intibus* L.

## 2. Materi dan Metode

### 2.1. Materi

Alat yang digunakan yaitu gelas ukur, lakban hitam, botol plastik dengan ukuran 1,5 liter, pH meter, dan alat-alat laboratorium untuk mengukur NPK. Bahan yang digunakan yaitu akar chicory dan urine sapi yang telah dilakukan pengujian kandungan karbon dan nitrogen yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian C/N urine sapi dan akar chicory

| Sampel     | Karbon (%) | Nitrogen (%) |
|------------|------------|--------------|
| Chicory    | 48,3631    | 0,7246       |
| Urine Sapi | 9,3308     | 9,6731       |

Keterangan: Pengujian urine sapi dalam keadaan kering

### 2.2. Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teradu Universitas Tidar dengan 4 perlakuan (C/N 20, C/N 25, C/N 30, dan C/N 35) dan diulang sebanyak 5 kali.

#### 2.2.1 Pembuatan Tepung Akar Chicory

Akar chicory dicuci lalu dipotong kecil-kecil. Setelah dipotong dimasukkan ke dalam aluminium foil. Oven akar chicory dengan suhu 105°C hingga kering. Apabila telah kering dihaluskan hingga berbentuk tepung kemudian disaring untuk mendapatkan tekstur yang halus.

#### 2.2.2 Pembuatan Pupuk Organik Cair

Alat dan bahan yang digunakan disiapkan, lalu urine sapi, tepung akar chicory, dan EM4 dicampurkan jadi satu di wadah kemudian diaduk hingga homogen. Setelah homogen dimasukkan ke dalam botol plastik dan disimpan selama 21 hari. Ketika proses fermentasi berlangsung botol dibuka dan ditutup 1 hari sekali selama 1 menit.

Pupuk telah matang dan siap digunakan apabila sudah berbau seperti tape (Miswar et al., 2022; Mappanganro et al., 2018 yang telah dimodifikasi).

## 2.3 Pengujian Parameter

### 2.3.1 Nitrogen

Sampel diambil sebanyak 2 ml dan masukkan ke erlemenyer. Tambahkan larutan  $K_2SO_4$  sebanyak 2 gr dan  $CuSO_4$  sebanyak 0,2 gram. Tambah  $H_2SO_4$  sebanyak 10 ml dan homgenkan kemudian destruksi hingga berwarna jernih. Proses selanjutnya destilasi, sampel ditambah 40 ml NaOH sebanyak 40 ml dan diletakkan ke alat destilasi. Tambahkan larutan bonuc acid 20% sebanyak 20 ml pada erlemenyer lalu diletakkan di bawah alat destilasi. Pada tetesan pertama dihitung 8-10 menit sampai tidak menetes lagi. Sampel hasil destilasi kemudian dititrasi dengan HCl 0,1N hingga berwarna merah muda. Lalu data yang diperoleh masukkan dalam perhitungan:

$$\%N = \frac{(\text{Vol.HCl}-\text{Vol.Blanko}) \times \text{NHCl} \times 14,007}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

### 2.3.2 Fosfor

Sampel ditimbang sebanyak 5 gram dan masukkan ke krus proselen. Abukan dalam tanur lalu hasil pengabuan ditambah dengan  $HNO_3$  1:3 sebanyak 40 ml. Saring larutan dengan kertas saring hingga mendapatkan filtrat bening. Filtrat bening diambil sebanyak 1 ml dan masukkan ke erlemeyer kemudian ditambah 3 ml larutan vanadat-molabdat. Apabila terdapat fosfat akan berwarna kuning emudian encerkan menggunakan akuades sampai volume 10 ml. Setelah itu vortex dan dibaca absorbansinya dengan panjang gelombang 410nm. Data yang diperoleh kemudian dihitung dengan rumus:

$$P_2O_5 = \frac{X \times \text{faktor pengenceran}}{\text{berat sampel (gram)}} \times 100\%$$

### 2.3.3 Kalium

Sampel ditimbang sebanyak 5-10 gram dan masukkan ke erlemeyer lalu encerkan dengan akuades sebanyak 100 ml dan disaring. Cairan filtrat diambil sebanyak 10 ml masukkan ke erlemeyer. Tambah 5 ml larutan periodic acid. Panaskan dalam lemari asam hingga ada endapan putih. Cuci dengan etanol sebanyak 20 ml sampai 3 kali. Erlemeyer yang terdapat endapan putih diven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 5 jam. Lalu data yang diperoleh dimasukkan dalam rumus:

$$K_2O (\%) = \frac{(\text{berat konstan akhir konstan} - \text{berat kosong erlemeyer}) \times fp \times 0,3399}{\text{berat sampel (gram)}}$$

### 2.3.4 pH

Elektroda dibilas dengan akuades lalu dikeringkan dengan tisu. Elektroda dicelupkan ke sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil. Hasil pembacaan dicatat kemudian elektroda dibilas kembali dengan akuades (Ismiani *et al.*, 2023).

## 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian memperoleh hasil kandungan N, P, K, dan pH POC urine sapi disajikan di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kandungan NPK dan pH

| Perlakuan | Parameter                 |                           |                           |                           |               |
|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
|           | Nitrogen (%)              | Fosfor (%)                | Kalium (%)                | pH                        | Total NPK (%) |
| P1        | 1,20 ± 0,005 <sup>a</sup> | 0,12 ± 0,002 <sup>a</sup> | 0,43 ± 0,012 <sup>a</sup> | 6,49 ± 0,13 <sup>a</sup>  | 1,74          |
| P2        | 1,25 ± 0,012 <sup>b</sup> | 0,14 ± 0,001 <sup>b</sup> | 0,46 ± 0,006 <sup>b</sup> | 5,62 ± 0,31 <sup>b</sup>  | 1,85          |
| P3        | 1,29 ± 0,004 <sup>c</sup> | 0,15 ± 0,002 <sup>c</sup> | 0,51 ± 0,01 <sup>c</sup>  | 5,49 ± 0,09 <sup>bc</sup> | 1,95          |
| P4        | 1,37 ± 0,015 <sup>d</sup> | 0,18 ± 0,002 <sup>d</sup> | 0,55 ± 0,018 <sup>d</sup> | 5,35 ± 0,09 <sup>c</sup>  | 2,11          |

Keterangan: P0 = biourine sapi (C/N 20), P2 = biourine sapi (C/N 25), P3 = biourine sapi (C/N 30), P4 = biourine sapi (C/N 35). *Superscript*<sup>a,b</sup> yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (P < 0,05)

Berdasarkan hasil pengamatan POC urine sapi berwarna kecoklatan dan tidak beraroma menyengat. Menurut Tanti *et al.* (2019), ciri fisik POC yang baik memiliki warna kuning kecoklatan, memiliki kandungan unsur hara tinggi, dan tidak beraroma menyengat. Menurut Naim *et al.* (2024), aroma yang dihasilkan menjadi tanda terjadi dekomposisi oleh mikroorganisme dan melepas gas NH<sub>3</sub>. Pada akhir proses pengomposan kandungan C dan N menurun, sehingga warna yang dihasilkan gelap.

Berdasarkan Tabel 2. tersaji data kandungan NPK yang berkisar antara 1,74% sampai dengan 2,11%. Menurut keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310//M/4/2019, standar kandungan NPK pupuk organik cair yaitu 2-6%. Hasil analisis kandungan unsur hara NPK pupuk organik cair urine sapi dan akar chicory dengan rasio C/N 20-35 yang telah memenuhi SNI terdapat pada rasio C/N 35 dan totalnya 2,11%.

### 3.1 Nitrogen

Berdasarkan hasil analisis ragam POC urine sapi yang ditambah akar chicory dengan C/N berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan nitrogen. Nilai rata-rata tertinggi kandungan nitrogen terdapat di perlakuan 4 yaitu 1,37%. Hal ini menunjukkan perlakuan C/N 35 memiliki perbandingan yang efektif untuk pengomposan. Pada rasio C/N 35 kebutuhan karbon dan nitrogen akan terpenuhi, sehingga sintesis protein serta sumber energi mikroorganisme tercukupi. Menurut Widarti *et al.* (2015), rasio C/N tinggi dapat memperlambat proses pembusukan, namun jika C/N rendah pada awal fermentasi berjalan cepat, tetapi diakhir akan melambat karena mikroorganisme kekurangan karbon sebagai sumber energi.

Hasil analisis kandungan karbon akar chicory disajikan pada tabel 1. yaitu 48,65%. Tingginya karbon pada akar chicory dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi mikroorganisme (Amna dan Friska, 2019). Karbon digunakan mikroorganisme sebagai sumber energi ketika proses dekomposisi berlangsung (Wulandari *et al.*, 2020). Kandungan N pada perlakuan C/N 35 lebih tinggi jika dibandingkan dengan C/N 20-30. Hal ini disebabkan pada C/N 35 rapatan tumpukan bahan organik padat, sehingga nitrogen dan amonia yang terlepas di udara dalam jumlah sedikit (Andhika dan Nugroho, 2008).

Selama pengomposan berlangsung terjadi perubahan bahan-bahan organik  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{nutrien} + \text{humus} + \text{energi}$ .  $\text{CO}_2$  akan menguap, sehingga kadar karbon akan mengalami penurunan dan nitrogen meningkat. Meningkatnya kadar nitrogen menandakan kompos telah matang. Tingginya kadar nitrogen dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Hal ini dikarenakan, mikroorganisme memerlukan nitrogen untuk perkembangbiakannya (Widiarti *et al.*, 2015).

### 3.2 Fosfor

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa POC urine sapi yang ditambah dengan akar chicory dengan C/N berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan fosfor. Nilai fosfor berkisar antara 0,12%-0,18% sesuai dengan yang disajikan pada tabel 2. Peningkatan fosfor dipengaruhi oleh mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik. Penambahan chicory akan digunakan mikroorganisme sebagai sumber karbon

dan diserap mikroba untuk proses metabolismenya, sedangkan urine sapi didominasi bakteri dengan genus *Bacillus sp* (Vebriyanti et al., 2022).

Aktivitas *Bacillus* dan *Lactobacillus sp* dapat mengubah glukosa menjadi asam laktat, sehingga suasana asam dan menyebabkan fosfat larut dalam asam organik yang dihasilkan mikroorganisme (Rahmawati et al., 2020). Menurut Kim et al. (1997), mikroorganisme pelarut fosfat akan menghasilkan asam-asam organik yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat kuat hingga lemah. Menurut Asril et al. (2023); Irawan dan Zulaika, (2016), mikroba pelarut fosfat diantaranya *Bacillus spp*, *Erwina sp*, dan *Azotobacter sp*.

Fosfor yang terdapat dalam akar chicory akan digunakan mikroorganisme untuk menyusun sel tubuhnya (Hidayati et al., 2011). Proses perombakan bahan organik dan proses asimilasi dapat terjadi karena terdapat enzim fosfate yang dihasilkan mikroorganisme (Hidayati et al., 2008). Rendahnya total mikroorganisme pengomposan akan menyebabkan proses dekomposisi dan asimilasi fosfor berkurang (Hidayati et al., 2008).

Kandungan fosfor pupuk organik cair dapat dipengaruhi oleh aktivitas bakteri yang mengubah unsur fosfor menjadi komponen pupuk. Selain itu kandungan fosfor dipengaruhi oleh total nitrogen yang terkandung dalam bahan organik. Berdasarkan Tabel 1. kandungan nitrogen chicory dan urine sapi yaitu 0,7246% dan 9,6731%. Apabila kandungan nitrogen tinggi maka multiplikasi mikroorganisme perombak fosfor mengalami peningkatan, sehingga kandungan fosfor pada pupuk meningkat (Widyastuti dan Arfa, 2021).

### 3.3 Kalium

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa POC urine sapi ditambah akar chicory dengan C/N berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan kalium. Hal ini diduga penambahan chicory pada pembuatan pupuk organik cair dimanfaatkan mikroorganisme, sehingga kandungan kalium mengalami peningkatan. Menurut Badat et al. (2021); Nwafor et al. (2017), urine sapi mengandung kalium (K) sebanyak 0,005 mg/100ml, sedangkan kandungan kalium akar chicory sebanyak 0,1037 mg/100ml. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan kalium chicory lebih tinggi jika dibandingkan dengan kalium urine sapi.

Menurut Indrawan *et al.* (2016), kandungan kalium pada pupuk dapat berasal dari penambahan bahan organik. Bahan organik akan meningkatkan pertukaran kation dengan muatan negatif berasal dari gugus  $-\text{COOH}$  dan  $\text{OH}$  yang terurai menjadi  $\text{COO}^-$  dan  $\text{O}^- + \text{H}^+$ . Muatan negatif akan mengadsorpsi kation seperti  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ca}$ , dan  $\text{K}$  yang diikat sedang, sehingga akan lebih mudah mengalami pertukaran kation. Nilai rata-rata kandungan kalium yang disajikan pada Tabel 1. yaitu 0,43% sampai dengan 0,56%. Hal ini diduga total kalium pada C/N 35 lebih tinggi jika dibandingkan dengan C/N 20 sampai C/N 30 dan penambahan chicory dapat meningkatkan kandungan kalium.

Mikroorganisme akan menggunakan ion-ion  $\text{K}^+$  bebas untuk proses metabolismenya, sehingga kandungan kalium pada pupuk akan mengalami peningkatan (Kurniawan *et al.*, 2013). Kalium yang terdapat pada bahan organik digunakan mikroorganisme sebagai katalisator dan berpengaruh terhadap aktivitasnya selama proses fermentasi berlangsung (Widigdyo *et al.*, 2022). Kalium akan diikat lalu disimpan dalam sel mikroorganisme, apabila terdegradasi kembali maka kandungan kalium akan tersedia kembali (Mulyadi *et al.*, 2013). Mikroorganisme menggunakan kalium untuk aktivitas, proses dekomposisi bahan kompleks dan terpecah menjadi senyawa yang sederhana. Unsur kalium terbentuk karena terdapat asam organik selama proses penguraian, sehingga kelarutan unsur hara seperti  $\text{P}$ ,  $\text{Ca}$ , dan  $\text{K}$  menjadi lebih tinggi, sehingga kandungan kalium akan mengalami peningkatan (Cesaria *et al.*, 2014).

### 3.4 pH

Hasil nilai rata-rata nilai pH berkisar antara 5,35 sampai dengan 6,49 yang disajikan di Tabel 2. Berdasarkan hasil uji analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan akar chicory pada POC urine sapi dengan rasio C/N berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan pH. Chicory mengandung karbohidrat sebanyak 68,5%, semakin rendahnya penambahan chicory maka akan lebih cepat didegradasi bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat merombak glukosa menjadi asam laktat, asam piruvat, asam asetat,  $\text{CO}_2$  dan etanol, sehingga total asam akan mengalami peningkatan dan pH mengalami penurunan.

Penurunan dan peningkatan nilai pH disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme pengurai bahan organik. Penurunan pH diawal fermentasi disebabkan mikroorganisme

mengubah bahan organik menjadi asam organik. Proses dilanjutkan dengan bakteri metanogen mengkonversi asam-asam organik menjadi lebih sederhana, sehingga memiliki nilai keasaman yang mendekati netral (Viantini *et al.*, 2022). Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, pH pupuk organik cair yaitu 4-8 dan pada penelitian ini pH pupuk telah memenuhi SNI.

Nilai pH mengalami penurunan setiap perbedaan perlakuan penambahan chicory. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang terkandung terdapat urine akan mendekomposisi chicory ketika proses fermentasi berlangsung (Irwansyah dan Amrullah, 2024). Proses penguraian bahan organik dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam laktat dan menghasilkan asam-asam organik seperti asam asetat dan asam laktat (Dwicaksono *et al.*, 2014). Apabila proses telah penguraian selesai akan ditandai dengan pH pupuk mendekati netral (Farida dan Handayani, 2021).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penggunaan akar chicory dengan C/N 20-35 berpengaruh terhadap kandungan NPK dan pH. Kandungan NPK tertinggi terdapat pada perlakuan C/N 35 dengan total 2,11%, sedangkan nilai pH terbaik terdapat di perlakuan C/N 20

#### Daftar Pustaka

- Amna, R., & Friskan, M. (2019). Pengaruh aktivator terhadap kadar unsur C, N, P, dan K kompos pelepah daun salak sidimpuan. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(3), 342–347.
- Andhika, C. T. S., & Nugroho, D. A. (2008). *Pembuatan kompos dengan menggunakan limbah padat organik (sampah sayuran dan ampas tebu)*. Universitas Diponegoro.
- Asril, M., Lestari, W., Sanjaya, B. M. F., Manguntungi, R. F. B., Sudewi, S., Paulina, M. K. S. M., & Kusuna, W. R. (2023). *Mikroorganisme pelarut fosfat pada pertanian berkelanjutan*. Yayasan Kita Menulis.
- Bachtiar, B., & Ahmad, A. H. (2019). Analisis kandungan hara kompos johan (*Cassia siamea*) dengan penambahan aktivator Promi. *Jurnal Biologi Makassar*, 4(1), 68–76.
- Badat, T. M., Ali, U., & Subagyo, J. (2021). Pemanfaatan urine sapi perah sebagai pupuk daun pada rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Majalah Ilmiah Peternakan*, 24(3), 116–121.
- Cesaria, R. Y., Wirosedarmo, R., & Suharto, B. (2014). Pengaruh penggunaan starter terhadap kualitas fermentasi limbah cair tapioka sebagai alternatif pupuk cair. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2), 8–14.
- Dwicaksono, M. R. B., Suharto, B., & Susanawati, L. D. (2014). Pengaruh penambahan

- effective microorganisms pada limbah cair industri perikanan terhadap kualitas pupuk organik cair. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(1), 7–11.
- Farida, E., & Handayani, B. (2021). Pemberian dekomposisi jamur *Trichoderma* sp. terhadap pembuatan trikompos batang pisang. *Jurnal Pertanian dan Pangan*, 3(1), 21–28.
- Haidla, M. D., Biyatmoko, D., Salamiah, & Hadie, J. (2016). Kombinasi penambahan urea dan EM-4 terhadap kualitas bokashi cair. *Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 12(1), 35–42.
- Hajama, N. (2014). *Studi pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan pembuatan pupuk kompos dengan menggunakan aktivator EM4 dan MOL serta prospek pengembangannya* (Tugas akhir). Universitas Hasanuddin.
- Hendriyanto, F., Okalia, D., & Mashadi. (2019). Pengaruh pemberian POC urine sapi terhadap pertumbuhan bibit pinang betara (*Areca catechu* L.). *Agricultural Journal*, 2(2), 89–97.
- Hidayati, Y. A., Kurnani, T. B. A., Marlina, E. T., & Ellin, H. (2011). Kualitas pupuk cair hasil pengolahan feses sapi potong menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Ilmu Ternak*, 11(2), 104–107.
- Hidayati, Y. A., Harlia, E., & Marlina, E. T. (2008). Analisis kandungan N, P, dan K pada lumpur hasil ikutan gas bio (sludge) yang terbuat dari feses sapi perah. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 271–275.
- Indrawan, I. M. O., Widana, G. A. B., & Oviantari, M. V. (2016). Analisis kadar N, P, K dalam pupuk kompos produksi TPA Jagaraga, Buleleng. *Jurnal Wahana Matematika dan Sains*, 9(2), 25–31.
- Irawan, R. E., & Zulaika. (2016). Pelarut fosfat oleh konsorsium *Azotobacter*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2), 74–76.
- Ismaini, N., Tosani, & Sutanto, D. (2023). Perbandingan kinerja berbagai tipe pH meter digital pada pengujian sampel tanah dan air berdasarkan ISO 17025:2017. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(1), 24–28.
- Kim, K. Y., McDonald, G. A., & Jordan, D. (1997). Solubilization of hydroxyapatite by *Enterobacter agglomerans* and cloned *Escherichia coli* in culture medium. *Biology and Fertility of Soils*, 24, 347–352.
- Kurniawan, D., Kumalaningsih, S., & Nimas, M. S. S. (2013). Pengaruh volume penambahan effective microorganism 4 (EM4) 1% dan lama fermentasi terhadap kualitas pupuk bokashi dari kotoran kelinci dan limbah nangka. *Jurnal Industri*, 2(1), 57–66.
- Kusuma, A. P., Istirokhatun, T., & Purwono. (2017). Pengaruh penambahan urin sapi dan molases terhadap kandungan organik dan nitrogen total dalam pengolahan limbah padat isi rumen dengan pengomposan aerobik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–9.
- Mulyadi, Y., Sudarno, & Sutrisno, E. (2013). Studi penambahan air kelapa pada pembuatan pupuk organik cair dari limbah cair ikan terhadap kandungan hara makro C, N, P, dan K. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(4), 1–14.
- Naim, F., Mohamad, E., & Kilo, J. L. (2024). Analisis kandungan unsur NPK pada pupuk organik cair berbasis sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 17(3), 222–228.
- Nwafor, I. C., Shale, K., & Achilonu, M. C. (2017). Chemical composition and nutritive benefits of chicory (*Cichorium intybus*) as an ideal complementary and/or alternative livestock feed supplement. *The Scientific World Journal*, 1–11.

- Permentan. (2019). *Persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Rahmawati, M., Santoso, R. S. S., & Setyaningrum, A. (2020). Fortifikasi fosfor pada pembuatan pupuk organik padat berbahan baku feses sapi potong terhadap kandungan fosfor dan rasio C/N. *Journal of Animal Science and Technology*, 2(1), 39–44.
- Riyanto, R. A., & Nafisah, A. (2022). Telaah singkat aplikasi oligosakarida dari umbi-umbian lokal Indonesia sebagai prebiotik. *Journal of Food and Agricultural Product*, 2(1), 15–22.
- Sari, R. P., Iswanto, B., & Indrawati, D. (2018). Pengaruh variasi C/N terhadap kualitas kompos dari sampah organik secara anaerob. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 1(4), 657–663.
- Vebriyanti, E., Arief, I. I., Salundik, & Dewi, P. (2022). Karakteristik mikroorganisme, pH, dan unsur hara urin sapi perah di daerah Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Agripet*, 22(2), 133–140.
- Viantini, A. M., Erlita, D., Puspitasari, A., & Nugraheni, I. A. (2022). Pengembangan produk baru pupuk organik cair dari limbah cairan industri virgin coconut oil dengan metode fermentasi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 22(2), 1–9.
- Wardana, T., Susila, K. D., & Narka, I. W. (2022). Uji efektivitas jenis dekomposer pada proses pengomposan sampah organik di Kota Denpasar. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 11(1), 109–118.
- Widarti, B. N., Kasran, R. F., & Sarwono, E. (2015). Pengaruh ukuran bahan terhadap kompos pada pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 1–7.
- Widigdyo, A., Kurniawan, D., Utama, A. W. S., & Kuniawan, H. (2022). Pengaruh penambahan zeolit dan *Trichoderma* sp. terhadap kualitas pupuk organik dari kotoran ayam. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*, 2(1), 23–28.
- Widyastuti, S., & Arfa, R. S. (2021). Pembuatan pupuk organik dari eceng gondok, kotoran sapi, dan dedak padi dengan *effective microorganisms 4* (EM4). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(1), 25–32.
- Wulandari, N. K. R., Marini, I. A. G. B., & Wijaya, I. M. A. S. (2020). Efek penambahan limbah makanan terhadap rasio C/N pada pengomposan limbah kertas. *Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian*, 8(1), 103–112.
- Zhu, Y., YueLi, S. R., Qui, S., Xu, Z., Wu, Y., Yao, J., Zuo, Y., Li, K., & Li, Y. (2018). Prebiotics inulin metabolism by lactic acid bacteria from young rabbits. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 719927.