

## PEMBUATAN PUPUK ORGANIK PADAT BERBASIS KULIT DURIAN DAN *STARDEC* DENGAN METODE *COMPOSTING AEROB*

Suprihatin<sup>1\*</sup>, Jevanya Nathanael Silalahi<sup>1</sup>, Radithya Bagus Sulistya<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”  
Jawa Timur

Jl. Raya Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya 60294.

\*Email koresponden: [suprihatin.tk@upnjatim.ac.id](mailto:suprihatin.tk@upnjatim.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh dosis bioaktivator Stardec dan waktu pengomposan terhadap kualitas hara pupuk organik padat berbasis limbah kulit durian. Metode yang digunakan adalah *composting aerob* sistem *in-vessel* dengan variasi dosis Stardec serta waktu pengomposan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis Stardec dan durasi pengomposan secara signifikan meningkatkan kandungan hara makro. Kondisi terbaik diperoleh pada penambahan 15 gram Stardec di hari ke-15 dengan hasil kadar C-organik 26,29%, Nitrogen total 4,76%, Fosfor (P-total) 3,97%, dan Kalium (K-total) 4,43%. Rasio C/N yang dihasilkan mencapai rentang 5-10, yang mengindikasikan kematangan kompos yang baik dan siap untuk diaplikasikan ke tanah. Seluruh parameter akhir, termasuk pH dan kadar air, telah memenuhi standar mutu SNI 7763-2024, sehingga produk ini layak diaplikasikan sebagai pupuk organik yang aman dan kaya nutrisi bagi tanah.

**Kata kunci:** Kulit durian, Pupuk organik padat, stardec

### Abstrack

This study aims to examine the effects of Stardec bioactivator dosage and composting time on the nutrient quality of solid organic fertilizer derived from durian peel waste. The method employed was aerobic composting using an *in-vessel* system with variations in Stardec dosage and composting duration. The results showed that increasing the Stardec dosage and composting period significantly enhanced the macronutrient content. The optimal condition was achieved by adding 15 grams of Stardec on the 15th day, resulting in organic carbon of 26.29%, total nitrogen of 4.76%, total phosphorus (P-total) of 3.97%, and total potassium (K-total) of 4.43%. The resulting C/N ratio ranged between 5–10, indicating good compost maturity and readiness for soil application. All final parameters, including pH and moisture content, complied with the quality standards of SNI 7763-2024, confirming that the product is suitable for use as a safe and nutrient-rich organic fertilizer for soil improvement.

**Keywords:** Durian peel, Solid organic fertilizer, Stardec

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan pupuk di sektor pertanian terus meningkat seiring dengan target produktivitas nasional. Namun, ketergantungan pada pupuk anorganik dalam jangka panjang telah memicu degradasi kualitas lahan dan kerusakan ekosistem tanah (Asadu et al., 2024). Sebagai alternatif berkelanjutan, penggunaan pupuk organik menjadi krusial karena perannya dalam memperbaiki struktur fisik, kimia, dan biologi tanah melalui penyediaan hara makro dan mikro yang dilepaskan secara perlahan (*slow release*) (Culas et al., 2025; Jones, 2023). Salah satu limbah biomassa yang sangat potensial namun belum terolah secara maksimal adalah kulit durian. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi durian yang mencapai

1.574.603ton pada tahun 2023 menghasilkan limbah kulit sebesar 60-75% dari bobot totalnya. Secara kimia, kulit durian mengandung unsur hara penting bagi tanaman seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), serta kaya akan selulosa dan lignin (Jumar et al., 2020).

Tingginya kadar lignoselulosa pada kulit durian menyebabkan dekomposisi alami berlangsung sangat lama. Oleh karena itu, diperlukan penambahan bioaktivator untuk mempercepat proses perombakan bahan organik. Penelitian ini menggunakan Stardec, sebuah starter mikroba yang mengandung konsorsium mikroba lignoselulolitik, selulolitik, dan proteolitik yang sangat efektif dalam mendegradasi rantai karbon kompleks (Widayati et al., 2017). Dalam proses pengomposan,

bulking agent berupa sekam padi ditambahkan untuk meningkatkan porositas tumpukan kompos. Penambahan ini bertujuan untuk menjaga sirkulasi udara di dalam reaktor serta menyesuaikan rasio C/N awal agar mencapai kondisi optimal bagi pertumbuhan mikroba pengurai (Nurin et al., 2024).

Teknologi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode *in-vessel composting* secara *aerobic*. Sistem ini menggunakan wadah tertutup yang memungkinkan kontrol parameter lingkungan secara presisi, termasuk pengaturan suplai oksigen melalui sistem aerasi paksa.



Mekanisme reaksi pembuatan pupuk organik padat secara aerob melibatkan oksidasi biokimia oleh mikroba yang mengubah bahan organik kompleks menjadi senyawa yang lebih stabil berupa humus, dengan melepaskan karbon dioksida, uap air, dan panas. Proses degradasi ini secara umum mengikuti persamaan reaksi oksidasi bahan organik oleh mikroba dengan bantuan oksigen (Mahathaninwong et al., 2022).

Keberhasilan pembentukan kompos yang matang sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan pupuk organik padat, di antaranya adalah ukuran partikel bahan baku, rasio C/N awal (optimal pada kisaran 25-35), kadar air (50-60%), suhu tumpukan, pH, serta ketersediaan oksigen melalui aerasi yang cukup. Ukuran partikel yang dicacah hingga ±1 cm bertujuan untuk memperluas permukaan kontak mikroba dengan bahan sehingga proses perombakan lebih cepat (Hamzah & Siswanto, 2023). Oleh karena itu, diharapkan limbah kulit durian dapat diolah jadi pupuk organik padat yang memenuhi mutu RSNI3 7763:2024.

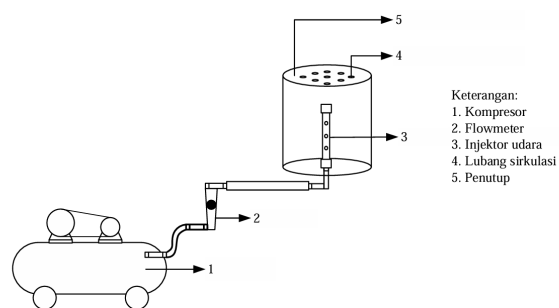
**Tabel 1. Standar Baku Mutu Pupuk Organik Padat**

Kandungan	Jumlah
C-Organik	Minimal 15%
Rasio C/N	Maksimal 25%
Kadar Air	8-25%
Unsur Makro hara (N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O)	Minimal 2%
pH	4-9

(Badan Standardisasi Nasional, 2024)

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan utama kulit durian dari Wonosalam, Jombang, yang dikombinasikan dengan sekam padi sebagai *bulking agent* dan bioaktivator Stardec. Komposisi bahan yang digunakan adalah kulit durian sebanyak 600gram dan sekam padi sebanyak 180 gram. Tahapan penelitian diawali dengan preparasi bahan baku meliputi pencacahan kulit durian menjadi ukuran ±5 cm, pengeringan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk stabilisasi kadar air. Tahap pengeringan ini dilakukan untuk mengendalikan kadar air awal bahan karena kadar air yang berlebihan dapat menurunkan porositas, menghambat difusi oksigen, dan menurunkan aktivitas mikroorganisme aerob selama proses pengomposan terjadi (Tang et al., 2023).



**Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian**

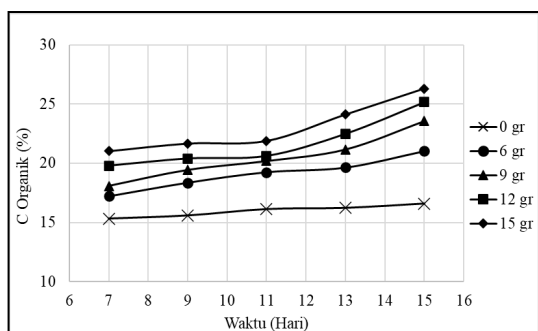
Proses pengomposan dilakukan secara aerob menggunakan reaktor *in-vessel* tertutup dengan sistem aerasi dari kompresor yang diatur pada laju alir udara 8,5 liter/menit. Rancangan percobaan dilakukan dengan memvariasikan dosis bioaktivator Stardec (0, 6, 9, 12, dan 15 gram) dan lama waktu pengomposan (7, 9, 11, 13, dan 15 hari) untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas hara. Parameter kualitas yang dianalisis pada akhir proses meliputi kadar C-organik dengan spektrofotometer UV-Vis, Nitrogen total (N) dengan metode Kjeldahl, Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dengan spektrofotometer UV-Vis, Kalium (K<sub>2</sub>O) dengan *Atomic Absorption Spectrofotometry*, rasio C/N, kadar air dengan metode gravimetri, serta nilai pH dengan pH meter. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan standar mutu pupuk organik padat berdasarkan RSNI3 7763:2024.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Kadar C-Organik

Berdasarkan hasil penelitian pada Gambar 2., kandungan C-organik pada pupuk kulit

durian meningkat pada semua perlakuan seiring bertambahnya waktu pengomposan. Kadar tertinggi dicapai pada penambahan Stardec 15 gram di hari ke-15 sebesar 26,29%, diikuti dosis 12 gram (25,18%), 9 gram (23,57%), 6 gram (21,03%), dan tanpa Stardec (16,58%). Peningkatan ini dipicu oleh dekomposisi lignoselulosa kulit durian oleh mikroorganisme dalam Stardec melalui aktivitas enzimatis yang memecah komponen kompleks menjadi senyawa karbon organik terlarut atau *Dissolved Organic Carbon* (Mahathaninwong et al., 2022) (Syafria & Farizaldi, 2022). Suplai oksigen terkontrol selama fermentasi mempercepat pembentukan senyawa humus (Kurniati et al., 2022). Meskipun aktivitas mikroba menurun pada akhir proses, degradasi lignoselulotik yang tetap berlangsung menyebabkan kadar C-organik terus meningkat (Shobib, 2020).



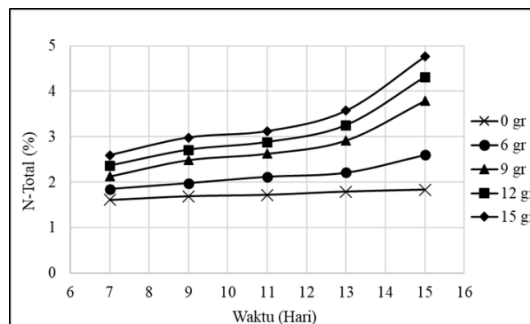
Gambar 2. Hubungan Antara Kadar Carbon Organik (C) Dengan Waktu Pengomposan

Secara teoritis, setelah fase aktif pengomposan berakhir, kadar C-organik cenderung stabil atau menurun karena sebagian karbon digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dan dilepaskan dalam bentuk CO<sub>2</sub> melalui respirasi mikroba, sehingga perpanjangan waktu pengomposan hingga hari ke-17 atau lebih tidak selalu meningkatkan kadar C-organik secara signifikan (Zhu et al., 2020). Seluruh sampel akhir telah melampaui batas minimum >15% yang ditetapkan oleh SNI 7763-2024, sehingga dinyatakan memenuhi standar mutu.

### 3.2 Analisis Kadar Nitrogen Total

Hasil penelitian pada Gambar 3., menunjukkan peningkatan kadar Nitrogen (N) total pada seluruh perlakuan seiring bertambahnya waktu pengomposan, dengan kenaikan signifikan mulai hari ke-13. Kadar N-total tertinggi dicapai pada dosis Stardec 15 gram di hari ke-15 sebesar 4,76%, disusul dosis

9 gram (3,79%), 12 gram (3,25%), 6 gram (2,6%), dan tanpa stardec (1,83%). Peningkatan ini terjadi karena mikroorganisme pengurai memanfaatkan nitrogen untuk pertumbuhan, lalu melepaskannya kembali melalui proses mineralisasi saat sel mati (Alfarezy et al., 2022).



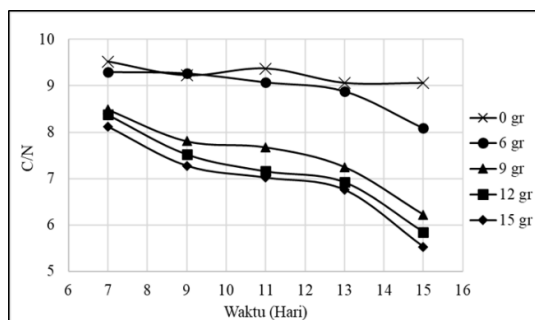
Gambar 3. Hubungan Antara Kadar Nitrogen (N) Total Dengan Waktu Pengomposan

Penggunaan bioaktivator berisi bakteri selulolitik seperti *Bacillus* dalam Stardec terbukti mempercepat dekomposisi serta mendorong akumulasi nitrogen total hingga 9% (Cao et al., 2024). Secara teoritis, setelah fase aktif pengomposan berakhir, peningkatan kadar nitrogen total cenderung melambat atau stabil, bahkan dapat mengalami penurunan akibat hilangnya nitrogen melalui volatilization (misalnya NH<sub>3</sub>) dan proses nitrifikasi-denitrifikasi pada fase pematangan kompos, sehingga perpanjangan waktu pengomposan hingga hari ke-17 atau lebih tidak selalu menghasilkan peningkatan kadar nitrogen yang signifikan (Hoang et al., 2022). Seluruh sampel telah memenuhi standar SNI 7763-2024 dengan total kadar hara makro (N,P,K) >2%, membuktikan bahwa kombinasi durasi fermentasi dan inokulan mikroba efektif meningkatkan kualitas pupuk.

### 3.3 Analisis Rasio C/N

Berdasarkan Gambar 4., terjadi pola penurunan rasio C/N pada seluruh perlakuan seiring bertambahnya waktu pengomposan. Penurunan paling signifikan ditemukan pada dosis Stardec 15 gram, yang mengindikasikan percepatan degradasi lignoselulosa kulit durian oleh mikroba *Actinomycetes sp.* menjadi senyawa karbon sederhana (Satria & Nurhasanah, 2010). Sepertiga bagian karbon tersebut digunakan untuk respirasi dan dilepaskan sebagai CO<sub>2</sub> (Syafria & Farizaldi, 2022), sementara sisanya menjadi sumber energi

mikroba untuk metabolisme nitrogen. Nitrogen yang tidak tersimpan oleh mikroba dilepaskan ke lingkungan sehingga meningkatkan kadar N-total pupuk (Jumar et al., 2020).



**Gambar 4. Hubungan Antara Rasio C/N Dengan Waktu Pengomposan**

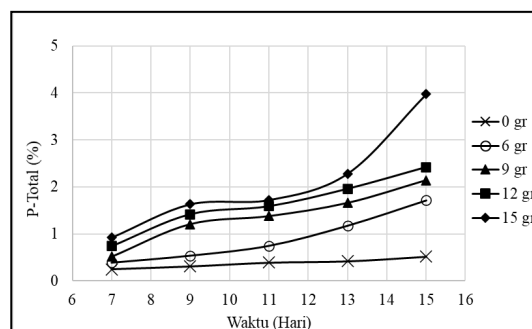
Secara teoritis, setelah fase aktif pengomposan berakhir, penurunan rasio C/N cenderung melambat dan mencapai kondisi stabil karena laju degradasi karbon menurun dan sistem memasuki fase pematangan, sehingga perpanjangan waktu pengomposan hingga hari ke-17 atau lebih tidak menyebabkan penurunan rasio C/N yang signifikan (Manea et al., 2024). Hasil akhir seluruh perlakuan memiliki rasio C/N antara 5-10, jauh di bawah ambang batas maksimum  $\leq 25$  menurut SNI 7763-2024. Nilai rendah ini menandakan kompos telah matang dan siap digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah tanpa mengganggu penyerapan hara oleh tanaman (Pandi et al., 2023).

### 3.4 Analisis Kadar Phospor Total

Berdasarkan Gambar 5., kandungan Phospor total pada pupuk kulit durian meningkat pada semua perlakuan seiring bertambahnya waktu pengomposan. Peningkatan signifikan terjadi setelah hari ke-13, dengan kadar tertinggi pada dosis Stardec 15 gram di hari ke-15 sebesar 3,97%, diikuti dosis 12 gram (2,42%), 9 gram (2,14%), 6 gram (1,72%), dan tanpa stardec (0,52%). Kenaikan ini dipicu oleh dekomposisi bahan organik dan aktivitas mikroorganisme yang mengubah fosfor organik menjadi bentuk anorganik yang lebih tersedia (Budi Utami & Syamsuddin, 2021).

Aktivitas mikroba selama pengomposan memicu mineralisasi fosfor, di mana penggunaan bioaktivator mempercepat pelepasan unsur tersebut (Xie et al., 2023). Secara teoritis, setelah fase aktif pengomposan berakhir, peningkatan fosfor total cenderung melambat atau stabil karena sebagian besar fosfor organik telah termineralisasi, sehingga

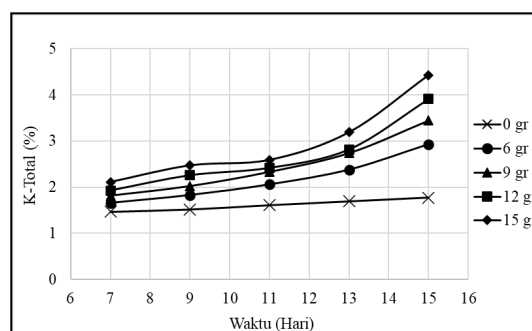
perpanjangan waktu pengomposan hingga hari ke-17 atau lebih tidak selalu menghasilkan peningkatan fosfor total yang signifikan (Xie et al., 2023). Seluruh sampel telah melampaui batas minimum hara makro (NPK)  $>2\%$  sesuai SNI 7763-2024, menunjukkan bahwa penggunaan Stardec efektif dalam meningkatkan kualitas pupuk.



**Gambar 5. Hubungan Kadar Phospor (P) Total Dengan Waktu Pengomposan**

### 3.5 Analisis Kadar Kalium Total

Berdasarkan Gambar 6., kandungan Kalium K-total pada pupuk kulit durian meningkat pada seluruh sampel seiring bertambahnya waktu pengomposan, dengan peningkatan pesat mulai hari ke-11. Kadar tertinggi dicapai pada dosis Stardec 15 gram di hari ke-15 sebesar 4,43%, diikuti dosis 12 gram (3,91%), 9 gram (3,45%), 6 gram (2,93%), dan tanpa stardec (1,77%). Peningkatan ini terjadi karena Kalium bersifat non-volatil sehingga tetap terkonsentrasi dalam kompos meskipun terjadi pengurangan massa organik selama dekomposisi.



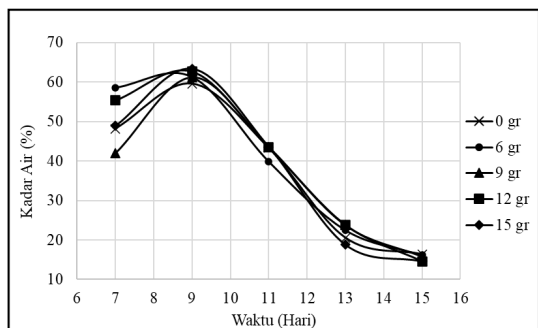
**Gambar 6. Hubungan Antara Kadar Kalium (K) Total Dengan Waktu Pengomposan**

Kalium relatif stabil secara kimia, sehingga meski terjadi hilangnya bahan organik kandungan K tetap menggumpal dan meningkat secara relatif (Manea et al., 2024). Kalium juga berperan sebagai katalis dalam substrat, di mana

aktivitas bakteri secara signifikan berdampak pada peningkatan konsentrasinya (Shobib, 2020). Selain itu, semakin tinggi dosis Stardec yang diberikan, semakin besar populasi mikroorganisme pengurai yang berperan dalam mempercepat proses penguraian senyawa kompleks, hal ini menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung kerja mikroorganisme pelarut fosfat. Seluruh sampel telah melampaui ambang batas hara makro (N, P, K) >2% sesuai SNI 7763-2024, membuktikan efektivitas bioaktivator Stardec dalam menjaga kualitas hara.

### 3.6 Analisis Kadar Air

Berdasarkan Gambar 7., kadar air meningkat hingga mencapai puncak pada hari ke-9 sebelum menurun signifikan sampai hari ke-15 pada semua perlakuan. Proses kenaikan awal di disebut dengan mesofilik yang dimana respirasi mikroorganisme aktif untuk memecah karbon organik sederhana sebagai sumber energi untuk proses metabolisme sel menghasilkan air (H<sub>2</sub>O) (Riyanto et al., 2024). Penurunan kadar air selanjutnya disebabkan oleh panas hasil aktivitas mikroorganisme yang memicu penguapan lebih besar daripada air yang dihasilkan dari dekomposisi (Siswi Indrasti et al., 2017).



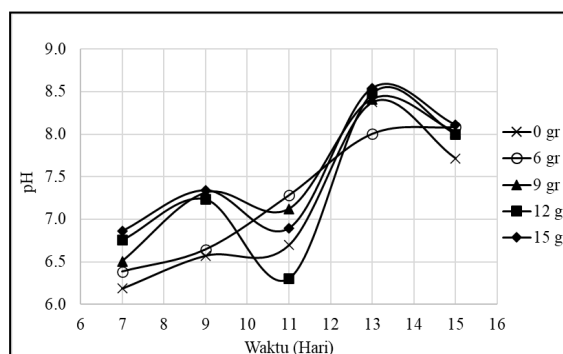
Gambar 7. Hubungan Antara Kadar Air Dengan Waktu Pengomposan

Kondisi ini menjadi indikator kematangan kompos, di mana kelembapan yang terlalu tinggi dapat menghambat permeabilitas udara dan memicu fermentasi anaerob, sementara kadar air yang terlalu rendah menghambat aktivitas mikroba (Chang et al., 2023). Seluruh sampel akhir memiliki kadar air pada rentang 8-25%, sehingga memenuhi standar SNI 7763-2024.

### 3.7 Analisis pH

Berdasarkan Gambar 8., terjadi fluktuasi nilai pH pada seluruh perlakuan selama masa pengomposan. Kenaikan pH pada hari ke-7

hingga ke-9 dipicu oleh aktivitas mikroorganisme yang mendekomposisi protein dan memineralisasikannya menjadi gas amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) yang bersifat basa (Siswi Indrasti et al., 2017). Penurunan pH pada hari ke-11 disebabkan oleh pembentukan asam lemak volatil selama degradasi bahan organik (Mahathaninwong et al., 2022). Selanjutnya, pH meningkat tajam pada hari ke-13 akibat akumulasi amonia (NH<sub>3</sub>) dari degradasi nitrogen organik serta berkurangnya asam organik yang telah terurai menjadi CO<sub>2</sub> dan air (Aguilar-Paredes et al., 2023).



Gambar 8. Hubungan Antara pH Dengan Waktu Pengomposan

Pada fase pematangan akhir, pH stabil mendekati netral seiring dengan terbentuknya asam humat dan asam fulvat dari senyawa kompleks seperti lignin (Siswi Indrasti et al., 2017). Hasil akhir pH seluruh sampel berada pada rentang 4-9, memenuhi standar SNI 7763-2024 sehingga aman untuk diaplikasikan ke tanah.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan bioaktivator Stardec dan lama waktu pengomposan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kualitas unsur hara pada pupuk organik padat berbasis kulit durian. Kondisi terbaik diperoleh pada perlakuan dengan penambahan dosis Stardec 15 gram dan durasi pengomposan selama 15 hari, yang menghasilkan kadar C-organik sebesar 26,29%, Nitrogen total 4,76%, Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 3,97%, dan Kalium (K<sub>2</sub>O) 4,43%. Rasio C/N yang dihasilkan berada pada rentang 5-10, yang menandakan kompos telah matang secara sempurna. Seluruh parameter pengujian, termasuk kadar air (8-25%) dan pH (7-8), telah memenuhi standar mutu pupuk organik padat berdasarkan SNI 7763-2024,

sehingga produk ini sangat efektif dan aman untuk diaplikasikan sebagai penyubur tanah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar-Paredes, A., Valdés, G., Araneda, N., Valdebenito, E., Hansen, F., & Nuti, M. (2023). Microbial Community in the Composting Process and Its Positive Impact on the Soil Biota in Sustainable Agriculture. *MDPI*, *13*(2), 1–24. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020542>
- Alfarezy, M., Syafria, H., Adriani, dan, & Darat Jambi, M. (2022). Penggunaan Aktivator Stardec Terhadap Kualitas Kompos Berbahan Dasar Pelepah Sawit Dan Feses Sapi. *Jurnal Peternakan Nusantara*, *8*(1), 1–8.
- Asadu, C. O., Ezema, C. A., Ekwueme, B. N., Onu, C. E., Onoh, I. M., Adejoh, T., Ezeorba, T. P. C., Ogbonna, C. C., Otuh, P. I., Okoye, J. O., & Emmanuel, U. O. (2024). Enhanced Efficiency Fertilizers: Overview Of Production Methods, Materials Used, Nutrients Release Mechanisms, Benefits And Considerations. *Environmental Pollution and Management*, *1*(1), 32–48. <https://doi.org/10.1016/j.epm.2024.07.002>
- Badan Standarisasi Nasional. (2024). *Pupuk Organik Padat : 7763*. Badan Standarisasi Nasional.
- Budi Utami, K., & Syamsuddin, A. (2021). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Nitrogen, Fosfor dan Kalium pada Pupuk Trichokompos. *Jurnal Agriekstensi*, *20*(2), 160–168.
- Cao, R., Huang, Y., Li, R., Li, K., Ren, Z., & Wu, J. (2024). Regulation Of Nitrogen Transformation And Microbial Community By Inoculation During Livestock Manure Composting. *Environmental Microbiology Reports*, *16*(2). <https://doi.org/10.1111/1758-2229.13256>
- Chang, Y. T., Lee, C. H., Hsieh, C. Y., Chen, T. C., & Jien, S. H. (2023). Using Fluorescence Spectroscopy to Assess Compost Maturity Degree during Composting. *Agronomy*, *13*(7). <https://doi.org/10.3390/agronomy13071870>
- Culas, R. J., Anwar, M. R., & Maraseni, T. N. (2025). A Framework For Evaluating Benefits Of Organic Fertilizer Use In Agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research*, *19*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101576>
- Hamzah, A., & Siswanto, B. (2023). *PUPUK ORGANIK Tinjauan Teori & Praktek*. Forind. <https://forindpress.com/index.php/forind/index>
- Jones, C. (2023). Fertilizers: Its Importance in Modern Agriculture, Crop Yields and Ensuring Food Security. *Journal of Agricultural Science and Food Research*, *14*(3). <https://doi.org/10.35248/2593-9173.23.14.155>
- Jumar, Saputra, R. A. S., & Wafiuddin, M. S. (2020). Limbah Kulit Durian Menggunakan Em4. *EnviroScienteeae*, *16*(1), 241–251.
- Kurniati, K., Mulawarman, A., & Putri, D. A. (2022). Variations of Time for Composting Market Organic Waste Using Aerobic Microorganisms. *Agro Bali : Agricultural Journal*, *5*(2), 376–383. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i2.921>
- Mahathaninwong, N., Wandee, S., Totware, N., & Romyen, P. (2022). Aerobic Composting and Vermicomposting of Durian Shell and Citrus Peel Wastes. *BioResources*, *17*(1), 1–17.
- Manea, E. E., Bumbac, C., Dinu, L. R., Bumbac, M., & Nicolescu, C. M. (2024). Composting as a Sustainable Solution for Organic Solid Waste Management: Current Practices and Potential Improvements. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, *16*(15), 1–25. <https://doi.org/10.3390/su16156329>
- Nurin, A. Y., Tee, T. P., Chin, N. L., Zainudin, M. H. M., & Nayan, N. (2024). Optimization Of Watermelon Waste As A Bulking Agent For Sustainable Co-Composting Of Livestock Manures Using Response Surface Methodology. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *8*(1), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1368970>
- Pandi, Y. J. S., Nopsagiarti, T., & Okalia, D. D. (2023). Analisis C-Organik, Nitrogen, Rasio C/N Pupuk Organik Cair Dari Beberapa Jenis Tanaman Pupuk Hijau. *Jurnal Green Swarnadwipa*, *12*(1), 1–10.

- Riyanto, K. F., Marlina, E. T., & Harlia, E. (2024). Identifikasi Bakteri dan Kapang dalam Proses Pembuatan Bioetanol Menggunakan Campuran Feses Sapi Perah dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 5(2), 1–18. <https://doi.org/10.24198/jthp.v5i2.54748>
- Satria, H., & Nurhasanah, I. (2010). Degradasi Lignin Oleh Isolat Lokal Actinomyces Pada Substrat Limbah Jerami Padi. *Jurnal Sains MIPA*, 16(3), 1–9. <https://www.researchgate.net/publication/272016694>
- Shobib, A. (2020). Pembuatan Pupuk Organik Dari Kotoran Sapi Dan Jerami Padi Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Bioaktivator M-Dec. *Inovasi Teknik Kimia*, 5(01), 32–37.
- Siswi Indrasti, N., Romli, M., Sailah, I., & Permatasari, A. (2017). Co-Composting Of Beltpress Solid Waste And Rice Straw By Using Aerated Static Pile. *Teknologi Industri Pertanian*, 27(1), 55–68.
- Syafria, H., & Farizaldi, F. (2022). Peningkatan Kandungan Unsur Hara Pupuk Kompos dengan Stardec untuk Hijauan Makanan Ternak. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(1), 36–42. <https://doi.org/10.25077/jpi.24.1.36-42.2022>
- Widayati, T. W., Wahyu Murni, S., Syahlina Sriadi, A., & Prima Rosalinda, D. (2017). Pengaruh Aktivator Stardec terhadap Proses Pembuatan Pupuk Organik dari Kotoran Sapi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, 1(1), 1–6.
- Xie, S., Tran, H. T., Pu, M., & Zhang, T. (2023). Transformation Characteristics Of Organic Matter And Phosphorus In Composting Processes Of Agricultural Organic Waste: Research Trends. *Materials Science for Energy Technologies*, 6, 331–342. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2023.02.006>