

DINAMIKA FISIKO-KIMIA PENGOMPOSAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN KULIT ARI KOPI PADA JENIS WADAH PERLAKUAN

Shaoqi Alfarizi^{1*)}, Mora Dalimunthe¹, Raisya Nadira Anandita¹

¹Departemen Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan, Sekolah Vokasi, IPB University
Jl. Kumbang No. 14, Cilibende, Bogor 16128, Jawa Barat, Indonesia

*Email: shaoqialfarizi@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika fisiko-kimia dan tingkat kematangan selama 14 minggu proses pengomposan campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan kulit ari kopi dengan membandingkan performa wadah tong plastik dan terpal. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Sekolah Vokasi IPB University Bogor dari minggu ke-2 hingga minggu ke-14. Bahan baku utama terdiri dari TKKS cacah, kulit ari kopi, bioaktivator EM4, gula merah, dan air. Parameter yang diamati meliputi suhu, pH, kadar air, organoleptik fisik (warna, tekstur, bau), serta bobot panen akhir. Pengomposan di kedua wadah mengikuti pola kurva dekomposisi termofilik-mesofilik yang konsisten, dengan puncak suhu mencapai 30°C pada minggu ke-7 sebelum melandai hingga stabil mendekati suhu lingkungan (28°C) pada minggu ke-14. Nilai pH mengalami lonjakan dari kondisi awal asam (pH 4.9-6.1) menuju alkali (pH 8.0) akibat degradasi protein dan pelepasan amonia, kemudian terstabilisasi pada pH netral (7.0-7.2). Kadar air menurun secara linier hingga menyentuh angka 4.0% saat panen. Wadah tong memberikan stabilitas mikroklimat dan retensi kelembaban yang lebih baik, sehingga menghasilkan bobot panen akhir yang signifikan lebih tinggi (30-35 kg) dibandingkan wadah terpal (15-25 kg). Hasil skoring organoleptik mengindikasikan bahwa meskipun warna telah menggelap, keberadaan aroma fermentasi asam dan pematatan tekstur pada beberapa unit menunjukkan materi pengomposan akumulatif kelas masih berada pada fase pematangan aktif. Penggunaan sistem komposter tong tertutup direkomendasikan untuk memaksimalkan kuantitas bobot panen dan stabilitas mikroklimat pengomposan limbah perkebunan.

Kata Kunci: Agrosociopreneurship, Bioaktivator, Humifikasi, Mikroklimat, Zero Waste

ABSTRACT

This study aimed to analyze the physico-chemical dynamics and maturity levels during the 14-week composting process of oil palm empty fruit bunches (OPEFB) and coffee husk, focusing on the comparative performance between plastic drum and tarpaulin

Article History

Received: Agustus 2026
Reviewed: Agustus 2026
Published: Agustus 2026
Plagiarism Checker No
234.83473

Copyright : Author
Publish by : Hibrida



This work is licensed under
a [Creative Commons
Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

containers. The research was conducted at the Experimental Field of SV IPB University Bogor from week 2 to week 14. Primary raw materials included shredded OPEFB, coffee husk, EM4 bioactivator, brown sugar, and water. Observed parameters included temperature, pH, moisture content, physical organoleptic properties (color, texture, odor), and final harvest weight. Composting in both containers followed a consistent thermophilic-mesophilic decomposition curve, peaking at 30°C at week 7 before stabilizing at ambient levels (28°C) by week 14. The pH shifted from acidic initial conditions (pH 4.9-6.1) toward an alkaline peak (pH 8.0) due to protein degradation and ammonia release, ultimately stabilizing at a neutral pH (7.0-7.2). Moisture content progressively declined to 4.0% at harvest. Composting in plastic drums provided superior microclimate stability and moisture retention, yielding a significantly higher final harvest weight (30-35 kg) compared to tarpaulin sheets (15-25 kg). Organoleptic scoring indicated that despite dark color transformations, persistence of acidic-fermentation odor and structural compaction in some units kept the overall class material in an active curing phase. Closed drum systems are recommended for maximizing compost biomass yield and microclimate control in plantation waste management.

Keywords: Agrosociopreneurship, Bioactivator, Humification, Microclimate, Zero Waste

PENDAHULUAN

Pupuk organik merupakan salah satu input utama dalam sistem pertanian dan perkebunan berkelanjutan karena keberadaannya mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah secara menyeluruh. Pemanfaatan limbah biomassa perkebunan menjadi pupuk organik terkomposkan tidak hanya mengembalikan unsur hara yang terangkut saat panen, melainkan juga mengatasi persoalan penumpukan limbah padat perkebunan secara akurat. Dua jenis limbah perkebunan yang melimpah namun memerlukan penanganan khusus adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan kulit ari kopi.

TKKS memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi sehingga membutuhkan masa dekomposisi yang relatif lama jika diaplikasikan langsung ke tanah. Di sisi lain, limbah kulit ari kopi kaya akan bahan organik, karbon, nitrogen, fosfor, dan kalium, namun berukuran partikel lebih halus. Penggabungan kedua bahan padat ini berpotensi saling melengkapi rasio C/N dan mempercepat proses dekomposisi aerobik.

Proses pengomposan sangat dipengaruhi oleh iklim mikro tumpukan, terutama suhu, pH,

kelembaban, serta ketersediaan oksigen. Jenis wadah yang digunakan selama proses dekomposisi memegang peranan krusial dalam menahan panas metabolisme mikroba dan mengontrol evaporasi air. Wadah berupa tong plastik tertutup umumnya menawarkan isolasi termal yang baik, sedangkan pengomposan menggunakan terpal bersifat lebih terbuka terhadap dinamika lingkungan luar.

Meskipun kajian pengomposan limbah tunggal telah banyak dilakukan, evaluasi perbandingan kinerja fisiko-kimia campuran TKKS dan kulit ari kopi pada jenis wadah yang berbeda pada skala kolektif masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika suhu, pH, perubahan fisik organoleptik, serta kuantitas bobot panen akhir dari campuran TKKS dan kulit ari kopi yang dikomposkan pada dua jenis wadah perlakuan (tong dan terpal) berdasarkan data akumulatif kelas selama 14 minggu pengamatan.

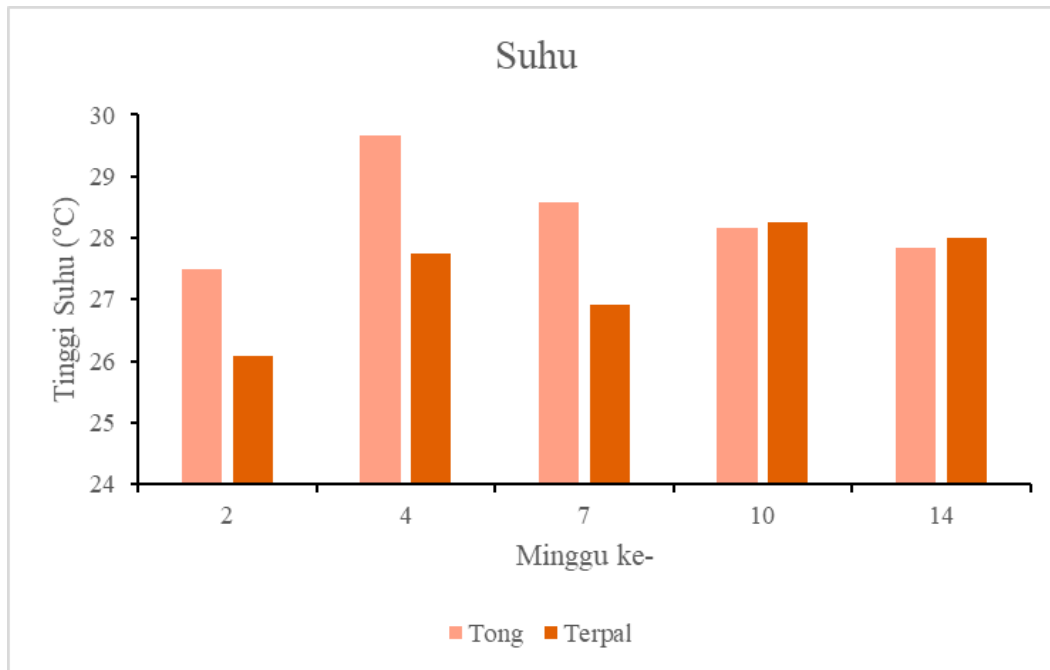
BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Sekolah Vokasi IPB University, Bogor, Jawa Barat. Waktu pelaksanaan pengamatan berlangsung selama 14 minggu, terhitung sejak minggu ke-2 hingga minggu ke-14 pengomposan. Alat yang digunakan mencakup tong plastik komposter tertutup, terpal plastik, pH meter digital, soil meter (pengukur suhu dan kelembaban), timbangan jarum dan digital, gelas ukur, cangkul, pisau/cutter, serta tongkat pengaduk kayu. Bahan kimia dan organik yang digunakan terdiri atas Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebanyak 0.76 kg, kulit ari kopi sebanyak 9.24 kg, gula merah 0.5 kg sebagai sumber karbon terlarut, bioaktivator Effective Microorganisms 4 (EM4) sebanyak 500 mL, serta air bersih secukupnya.

Rancangan penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan dua perlakuan jenis wadah komposter, yaitu perlakuan wadah Tong (drum plastik tertutup) dan perlakuan wadah Terpal (pembungkus terpal di permukaan lantai). Pencampuran bahan baku padat dilakukan secara homogen, disiram larutan EM4 yang telah diaktifkan dengan gula merah cair dan air hingga kelembaban awal tercapai. Pengamatan parameter kuantitatif (suhu, pH, kadar air) dilakukan secara teratur pada Minggu ke-2 (M2), Minggu ke-4 (M4), Minggu ke-7 (M7), Minggu ke-10 (M10), dan Minggu ke-14 (M14). Parameter kualitatif organoleptik (warna, tekstur, bau) dinilai berdasarkan modifikasi standar SNI 19-7030-2004 menggunakan skala skoring 1-4. Data hasil pengamatan dari seluruh unit percobaan kelas (Kelompok 1 hingga 6 pada Kelas A1 dan A2) dianalisis secara deskriptif komparatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika suhu tumpukan kompos selama 14 minggu pengamatan pada wadah Tong dan Terpal berdasarkan data akumulatif kelas disajikan pada Gambar 1. Suhu tumpukan merupakan indikator langsung dari intensitas aktivitas metabolik mikroorganisme perombak bahan organik.



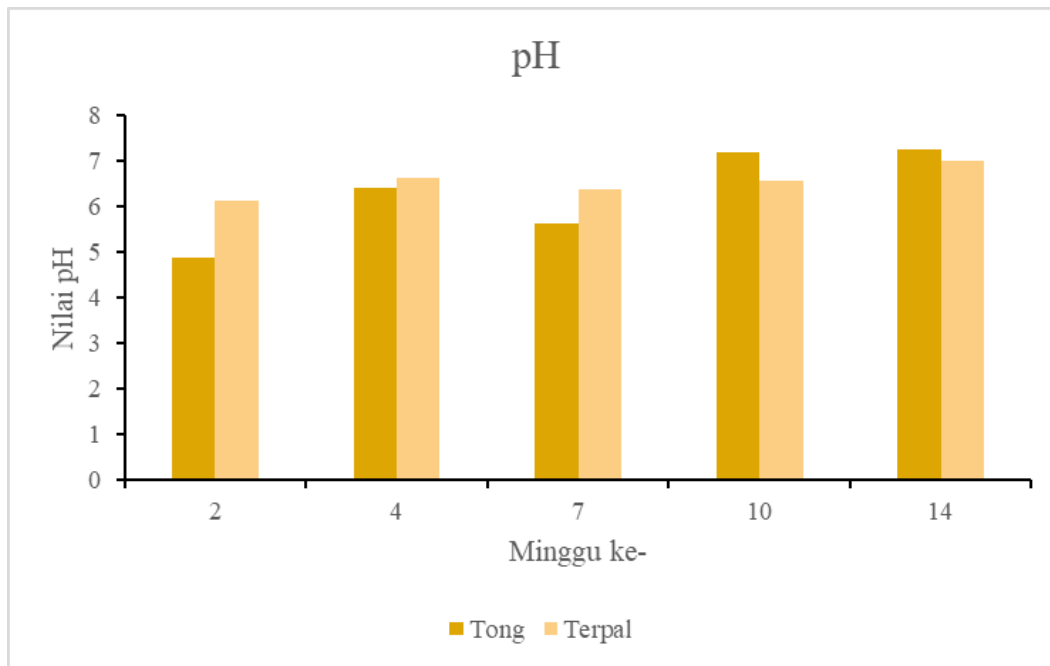
Gambar 1. Diagram Dinamika Suhu pada Wadah Tong dan Terpal

Berdasarkan Gambar 1, baik wadah Tong maupun Terpal menunjukkan pola kurva suhu yang konsisten. Pada M2 dan M4, suhu berada pada fase mesofilik awal (26.0-29.6°C). Puncak suhu dicapai pada M7 dengan rerata suhu wadah Tong sebesar 28.6°C dan wadah Terpal sebesar 27.0°C, sementara pada skala tumpukan mikro melonjak hingga mencapai 30.0°C. Kenaikan suhu pada fase pertengahan ini dipicu oleh eksitasi metabolisme mikroba termofilik dalam memutuskan ikatan kompleks lignoselulosa dari TKKS dan kulit ari kopi. Memasuki M10 hingga M14, suhu di kedua wadah mengalami konvergensi dan penurunan bertahap menuju angka 27.8-28.0°C. Penurunan suhu yang stabil mendekati suhu lingkungan mengindikasikan bahwa laju dekomposisi mulai mereda karena fraksi organik mudah terurai telah habis, menandakan tumpukan mulai memasuki fase pematangan (curing phase).

Perubahan nilai pH selama 14 minggu pengomposan menggambarkan transisi biokimiawi

ISSN : 3031-1314

senyawa karbon dan nitrogen. Perbandingan fluktuasi pH akumulatif data kelas antara wadah Tong dan Terpal ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Dinamika pH Data Kelas pada Wadah Tong dan Terpal

Pada M2, nilai pH berada pada kondisi asam hingga sedang, di mana wadah Tong mencatat rerata pH 4.9 dan wadah Terpal mencatat pH 6.1. Kondisi asam awal ini disebabkan oleh pembentukan asam-asam organik sederhana akibat aktivitas awal bakteri pembentuk asam (asidogenik) merombak gula sederhana. Memasuki M4 hingga M10, terjadi lonjakan pH menuju suasana basa (pH 7.2-8.0). Peningkatan alkali ini dipicu oleh deaminasi asam amino dari senyawa protein bahan baku yang melepaskan gas amonia (NH_3). Pada akhir masa pengomposan (M14), sistem pengomposan mengalami penyangga (buffering) alami, ditunjukkan oleh konvergensi nilai pH mendekati netral yaitu 7.2 pada wadah Tong dan 7.0 pada wadah Terpal. Nilai pH netral ini memenuhi standar kualitatif kompos matang yang aman bagi perakaran tanaman.

Kadar air tumpukan mengalami penyusutan secara berkesinambungan sepanjang 14 minggu dekomposisi. Pada M2 dan M4, kadar air berada pada tingkat tinggi (9.5), kemudian menurun secara linear menjadi 6.3 pada M7, 5.0 pada M10, dan menyentuh titik terendah 4.0 pada M14. Penurunan kadar air ini berbanding lurus dengan pelepasan uap air selama respirasi aerobik mikroba serta evaporasi akibat panas yang dihasilkan selama fase termofilik.

ISSN : 3031-1314

Hasil evaluasi organoleptik fisik yang dikonversi menjadi data skoring kualitatif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Rekapitulasi Skor Fisik Kompos Data Kelas (M2-M14) (n = 12)

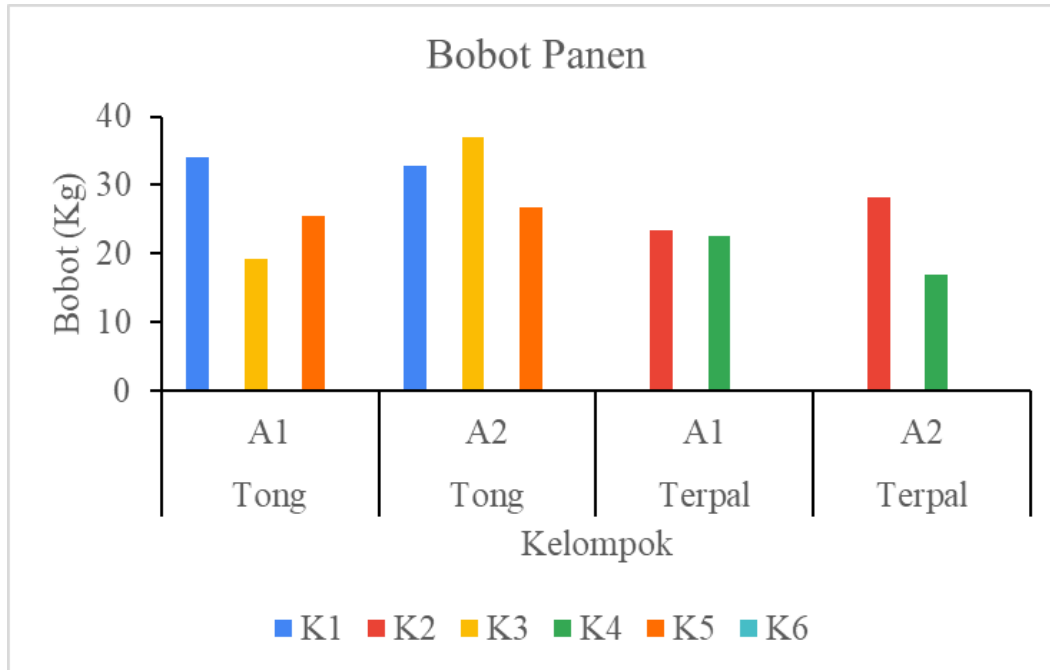
Kelas	Waktu	Perlakuan	Kelompok	Warna	Skor W	Tekstur	Skor T	Bau	Skor B
A1	M2	Tong	K1	Cokelat	2	Remah	3	Asam	2
A1	M2	Tong	K3	Ck Tua	3	Utuh	1	Asam	2
A1	M2	Tong	K5	Ck Tua	3	Kasar	3	Ferm	2
A1	M2	Terpal	K2	Ck Tua	3	Remah	3	Asam	2
A1	M2	Terpal	K4	Ck Tua	3	Cair	1	Busuk	1
A1	M2	Terpal	K6	Hijau	1	Lengket	2	Busuk	1
A1	M14	Tong	K1	Ck Glp	3	Basah	2	Ferm	2
A1	M14	Tong	K3	Ck Glp	3	Basah	2	Busuk	1
A1	M14	Tong	K5	Hitam	4	Gembur	4	Asam	2
A1	M14	Terpal	K2	Ck Tua	3	Gumpal	2	Asam	2
A1	M14	Terpal	K4	Ck Hit	4	Gumpal	2	Ferm	3
A2	M2	Tong	K1	Ck Glp	3	Remah	4	Ferm	2
A2	M2	Tong	K3	Ck Glp	3	Granul	4	Ferm	2
A2	M2	Tong	K5	Ck Tua	3	Remah	4	Ferm	2

Kelas	Waktu	Perlakuan	Kelompok	Warna	Skor W	Tekstur	Skor T	Bau	Skor B
A2	M2	Terpal	K2	Ck Glp	3	Granul	2	Ferm	2
A2	M2	Terpal	K4	Hit Ck	4	Lembek	2	Busuk	1
A2	M2	Terpal	K6	Ck Tua	3	Remah	3	Ferm	2
A2	M14	Tong	K1	Ck Mda	2	Remah	4	Busuk	1
A2	M14	Tong	K3	Ck Glp	3	Granul	4	Ferm	2
A2	M14	Tong	K5	Ck Tua	3	Remah	3	Ferm	2
A2	M14	Terpal	K2	Cokelat	2	Granul	4	Ferm	3
A2	M14	Terpal	K4	Cokelat	2	Gumpal	2	Ferm	3

Keterangan: Ck = Coklat, Glp = Gelap, Hit = Hitam, Mda = Muda, Ferm = Fermentasi. Skor W (Warna: 1-4), Skor T (Tekstur: 1-4), Skor B (Bau: 1-4).

Transformasi warna dari M2 hingga M14 menunjukkan kecenderungan positif menuju spektrum gelap (coklat tua hingga kehitaman, skor 3-4) pada mayoritas kelompok, mengindikasikan terbentuknya senyawa humat. Pada parameter tekstur, limbah kulit ari kopi mengalami destruksi ukuran partikel lebih cepat membentuk struktur granular, sedangkan TKKS memerlukan waktu lebih lama. Kendala mekanis ditemukan pada beberapa unit yang mengalami tekstur berlumpur atau basah menggumpal (skor 1-2) pada M14 akibat pemadatan materi dan akumulasi air metabolik. Parameter aroma menunjukkan bahwa sebagian besar sampel masih menyisakan aroma fermentasi atau asam (skor 2) hingga M14 karena terbatasnya frekuensi pembalikan yang memicu kondisi anaerobik lokal.

Perlakuan jenis wadah berpengaruh sangat nyata terhadap akumulasi kuantitas bobot panen kompos pada minggu ke-14. Perbandingan bobot panen akhir dari seluruh kelompok disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Bobot Panen Akhir Kompos Antar-Perlakuan Wadah

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kelompok yang menggunakan wadah Tong (seperti A1-K1, A2-K3, dan A1/A2-K5) secara konsisten menghasilkan bobot panen akhir yang tinggi, berkisar antara 26.5 kg hingga 37.0 kg. Sebaliknya, pengomposan dengan metode Terpal menghasilkan bobot panen yang lebih rendah, yaitu berkisar antara 16.8 kg hingga 28.0 kg. Perbedaan bobot panen yang signifikan ini disebabkan oleh kemampuan wadah Tong dalam mempertahankan retensi air tumpukan karena strukturnya tertutup dari paparan matahari dan angin secara langsung. Sebaliknya, metode Terpal mengalami laju penguapan air yang jauh lebih tinggi sehingga tingkat penyusutan bobot akibat kehilangan massa air menjadi sangat besar.

Berdasarkan hasil penelitian ini, direkomendasikan penggunaan sistem komposter tong tertutup dengan penambahan saluran pembuangan lindi (leachate) dan pembalikan berkala 1-2 minggu sekali untuk mengoptimalkan aerasi, mencegah timbulnya bau asam fermentasi, dan mempertahankan rendemen bobot panen yang tinggi.

KESIMPULAN

Proses pengomposan campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan kulit ari kopi selama 14 minggu berdasarkan data akumulatif kelas menunjukkan pola dinamika fisiko-kimia yang teratur, ditandai oleh pencapaian puncak suhu termofilik 30.0°C pada minggu ke-7 sebelum melandai hingga stabil di suhu 28.0°C pada minggu ke-14, terstabilisasinya pH pada kondisi netral

(7.0-7.2), serta penurunan kadar air hingga 4.0%. Jenis wadah memberikan pengaruh signifikan terhadap kuantitas hasil panen, di mana wadah tong menghasilkan bobot panen akhir yang signifikan lebih tinggi (30.0-35.0 kg) dibandingkan wadah terpal (15.0-25.0 kg) karena retensi kelembaban mikroklimat yang lebih baik. Keberadaan aroma fermentasi asam dan pematangan tekstur pada beberapa unit menunjukkan bahwa tumpukan kompos kelas secara akumulatif masih memerlukan aerasi pematangan lanjutan sebelum diaplikasikan langsung ke tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Andriany, F., M. A. Siregar dan R. Harahap. 2023. Pemanfaatan berbagai limbah organik sebagai bahan baku pembuatan kompos menggunakan decomposer. *Jurnal Ilmiah Agrium*. 20(2):114-121.

Badan Standardisasi Nasional. 2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik (SNI 19-7030-2004). Jakarta: BSN.

Deasy, A. dan P. Widiyaningrum. 2017. Analisis kualitas fisik kompos dengan variasi bioaktivator. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Masker Medika*. 5(2):88-95.

Destiasari, A., S. Sumiyati dan T. Istirokhatun. 2024. Review Metode Kompos Aerob: Windrow, Takakura dan Composter Bag. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 22(2):355-364.

Karyono, T. dan J. Laksono. 2019. Kualitas Fisik Kompos Feses Sapi Potong dan Kulit Kopi dengan Penambahan Aktivator Mol Bonggol Pisang dan EM4. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 21(2):154-162.

Karyono, T., Maksudi dan Yatno. 2017. Penambahan Aktivator Mol Bonggol Pisang dan EM4 dalam Campuran Feses Sapi Potong dan Kulit Kopi terhadap Kualitas Kompos dan Hasil Panen Pertama Rumput Setaria (*Setaria splendida* Stapf). *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 12(1):102-111.

Listyarini, E., B. Prakoso dan D. Wulandari. 2024. Pemanfaatan limbah organik dalam pembuatan pupuk kompos untuk meningkatkan kesuburan tanah. *Fruitset Sains: Jurnal Pertanian*. 12(1):45-52.

Rahmadanti, M. S., A. Pramana, D. Okalia dan W. Wahyudi. 2019. Uji Karakteristik Kompos (pH, Tekstur, Bau) pada Berbagai Kombinasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Kotoran Sapi Menggunakan Mikroorganisme Selulolitik (MOS). *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 5(2):105-112.

Ratih, Y. W., D. A. Sohilit dan R. A. Widodo. 2021. Pengaturan Fase Termofilik pada Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit: Implikasinya terhadap Aktivitas Jasad Perombak dan Pembentukan Humat. *Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal)*. 18(2):79-88.

ISSN : 3031-1314

Sakiah, S., A. Rahman dan N. Putri. 2023. Pengelolaan limbah tandan kosong kelapa sawit melalui proses pengomposan untuk meningkatkan kualitas tanah. *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 11(2):120-128.

Sarwono, E., D. Oktavia dan Mulyadi. 2023. Proses Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS): Analisis Fisik dan Kenampakan Organisme. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 17(2):305-315.

Subula, R. U. 2022. Kajian Tentang Kualitas Kompos yang Menggunakan Bioaktivator EM4 (Effective Microorganism) dan MOL (Mikroorganisme Lokal) dari Keong Mas. *Jambura Edu Biosfer Journal*. 4(2):76-84.

Sutrisno, E., I. W. Wardhana dan I. B. Priyambada. 2019. Karakteristik kompos dengan penambahan Effective Microorganism 4 (EM4) pada limbah padat kelapa sawit. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 21(3):245-253.

Yunita, R., M. Sari dan T. Hidayat. 2024. Potensi limbah kulit kopi dalam pembuatan kompos untuk meningkatkan kesuburan tanah. *Jurnal Esabi*. 6(1):30-38.