

## Pengaruh Effective Microorganisme (EM-4) Terhadap Peningkatan Kualitas Kascing

**Saiful Rohman<sup>1\*</sup>, Dwi Astuti<sup>2</sup>**

Kesehatan Masyarakat, Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta<sup>1,2</sup>

*\*Corresponding Author: J410210005@student.umsac.id*

### **ABSTRAK**

Budidaya cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) merupakan salah satu usaha yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena menghasilkan cacing yang kaya akan protein, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai pakan alternatif untuk berbagai jenis ternak seperti ikan, udang, ayam, dan itik. Di Desa Glonggongan, Kecamatan Ketro, Kabupaten Sragen, budidaya cacing telah berkembang dengan hasil panen mencapai 300 kilogram per siklus panen. Namun, kegiatan ini juga menghasilkan limbah berupa kascing yang hingga kini belum dikelola secara optimal. Penumpukan limbah kascing tanpa penanganan yang baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, seperti pencemaran tanah dan udara, serta menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit seperti lalat, kecoa, dan tikus. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pengomposan limbah kascing menjadi solusi yang tepat karena dapat mengubah limbah organik menjadi pupuk yang berguna bagi pertanian. Akan tetapi, proses pengomposan secara alami cenderung memakan waktu lama dan menghasilkan kualitas kompos yang bervariasi. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan penggunaan *Effective Microorganism* (EM-4) sebagai bioaktivator untuk mempercepat proses dekomposisi dan meningkatkan kualitas kompos kascing. EM-4 merupakan campuran mikroorganisme yang mampu mempercepat penguraian bahan organik dan meningkatkan kandungan unsur hara dalam kompos. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian EM-4 terhadap peningkatan kualitas kompos kascing, ditinjau dari aspek fisik seperti tekstur, warna, dan bau, serta aspek kimia seperti pH dan kandungan unsur hara utama yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi solusi pengelolaan limbah kascing yang lebih ramah lingkungan, sekaligus menghasilkan pupuk organik berkualitas tinggi yang dapat mendukung pertanian berkelanjutan dan meningkatkan nilai tambah dari kegiatan budidaya cacing tanah.

**Kata kunci:** EM-4, Kascing, Kompos

### **ABSTRACT**

*Earthworm farming (*Lumbricus rubellus*) is a highly valuable economic activity due to its production of protein-rich worms, which serve as an alternative feed source for various livestock such as fish, shrimp, poultry, and ducks. In Glonggongan Village, Ketro Sub-district, Sragen Regency, Central Java, earthworm cultivation has developed significantly, with harvests reaching up to 300 kilograms per cycle. However, this activity also generates waste in the form of worm castings (kascing), which have not yet been optimally managed. Accumulation of kascing waste without proper treatment can lead to environmental pollution and create breeding grounds for disease vectors such as flies, cockroaches, and rodents. To address this issue, composting of kascing waste is a suitable solution, as it can transform organic waste into valuable fertilizer for agriculture. Nevertheless, natural composting processes are often time-consuming and produce compost of inconsistent quality. Therefore, this study applies Effective Microorganisms (EM-4) as a bioactivator to accelerate the decomposition process and enhance the quality of worm cast compost. The objective of this study is to investigate the effect of EM-4 application on the improvement of kascing compost quality, assessed from physical parameters such as texture, color, and odor, as well as chemical properties including pH and nutrient content—specifically nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K). The results of this study are expected to offer an environmentally friendly solution for managing worm farming waste, while producing high-quality organic fertilizer that supports sustainable agriculture and adds value to earthworm cultivation activities.*

**Keywords:** Compost, EM-4, Vermicast

## PENDAHULUAN

Cacing tanah merupakan sumber pakan alternatif yang potensial untuk berbagai hewan ternak seperti ikan, udang, ayam, dan itik. Pada unggas seperti ayam dan itik, cacing tanah sering diolah menjadi tepung cacing yang memiliki kandungan protein tinggi, yaitu sekitar 64-76%, lebih tinggi dibandingkan tepung ikan yang hanya sekitar 58%. Selain dalam bentuk tepung, cacing tanah segar juga dapat dijadikan pakan utama pada perikanan, misalnya sebagai pengganti pelet sintetis untuk ikan lele. Nilai ekonomi cacing tanah cukup menjanjikan. Berdasarkan survei pada salah seorang peternak di desa Glonggongan, Kecamatan Ketro, Tanon, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah, budidaya cacing *lumbricus rubellus* dilakukan dengan memanfaatkan blotong tebu dan blotong sapi sebagai media. Cacing ini berhasil hidup dan berkembang dengan baik, dalam satu kali panen bisa mencapai 300 kilogram cacing dan dengan harga jual mencapai Rp100.000 per kilogram. Cacing tanah ini biasanya digunakan sebagai umpan pancing dan pakan ikan. (Albanell et al, 2008). Namun, terdapat permasalahan serius terkait pengelolaan limbah kasping (bekas cacing) yang belum optimal, selama ini dipeternak hanya sekedar diberikan ketetangga yang membutuhkan tapi lebih banyak hanya menumpuk saja. Penumpukan limbah dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Pada musim hujan tumpukan limbah bekas cacing akan menebarkan bau busuk, hal tersebut menyebabkan lingkungan tercemar dan risiko kesehatan masyarakat. Tumpukan limbah kasping berpotensi menjadi tempat berkembangbiak berbagai vektor penyakit seperti lalat, tikus, kecoa dan serangga lainnya. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan limbah kasping yang efektif untuk mengatasi dampak negatif tersebut, karna peternak cacing ini belum melakukan tindakan untuk mengurangi tumpukan limbah bekas cacing itu, maka dari itu peneliti tertarik untuk melakukan eksperimen dengan cara pengomposan bekas cacing ini. (Pucher et al., 2012; Istiqomah et al., 2009).

Solusi untuk limbah jenis organik ini bisa diatasi dengan cara pengomposan karna pengomposan bekas cacing memiliki dampak positif, antara lain mempercepat penguraian bahan organik, dan mengurangi sampah organik yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), bekas cacing juga dikenal sebagai pupuk organik yang kaya akan nutrisi, yang dapat memperbaiki kondisi fisik dan biologis tanah. Kompos dapat berfungsi sebagai amandemen tanah yang alami dan berkelanjutan, memperkaya tanah dengan nutrisi penting dan memperbaiki kondisinya secara kimia, biologis, dan fisik. Selain itu kompos cacing berperan penting dalam memfasilitasi siklus biogeokimia unsur-unsur dan menjaga keseimbangan ekologi dalam ekosistem. (Ai et al. 2025)

Pemanfaatan Cacing Tanah dan Pengelolaan Limbahnya Penelitian oleh Sugeng et al. (2022) mengenai pemanfaatan cacing tanah dalam pertanian dan perikanan menunjukkan bahwa limbah kasping yang dihasilkan dari budidaya cacing tanah, jika dikelola dengan tepat, dapat menjadi sumber pupuk organik yang berkualitas. Penelitian ini juga mengeksplorasi metode pengomposan menggunakan EM-4 untuk mempercepat proses dekomposisi kasping dan meningkatkan kualitas kompos cacing yang dihasilkan. Akan tetapi, kualitas bekas cacing yang diproduksi secara alami dapat sangat bervariasi. Variasi ini dipengaruhi oleh proses dekomposisi dan aktivitas mikroorganisme yang terlibat. Metode pengomposan konvensional sering kali memerlukan waktu yang lama dan mungkin tidak menghasilkan bekas cacing dengan kualitas terbaik. Hal ini berlaku baik untuk kualitas fisik seperti warna, bau, dan tekstur, maupun untuk sifat kimia seperti pH, nitrogen, fosfor, dan kadar kalium. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengeksplorasi metode yang dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas vermicompos, salah satu pendekatannya adalah dengan memasukkan *Effective Microorganism* (EM-4). Meskipun demikian, penelitian ilmiah masih diperlukan untuk menentukan seberapa besar EM-4 dapat memengaruhi karakteristik fisik dan nilai gizi vermicompos. Kompos dibuat

dari bahan organik yang telah mengalami proses penguraian melalui interaksi dengan mikroorganisme atau bakteri pengurai dalam bahan organik.

Pengomposan merupakan proses pembusukan bahan organik yang dibantu oleh organisme kecil yang menguraikannya. Sejak lama, kompos dikenal sebagai salah satu bentuk pupuk alami. Dalam pengomposan, bahan organik terdiri dari berbagai bahan seperti potongan rumput, jerami, batang, dahan, kotoran hewan, bunga layu, urin hewan ternak, dan berbagai macam zat organik lainnya. Mikroorganisme yang tumbuh subur di lingkungan lembap dan basah berperan dalam penguraian bahan-bahan ini. Beberapa bukti mendukung bahwa pemberian kompos cacing pada tumbuhan dapat meningkatkan perkembangan tanaman, hasil, dan SNF. (Amaya-Gómez et al. 2025)

Terdapat dua metode pengomposan: metode tradisional dan menggunakan stimulator. Pengomposan tradisional dapat memakan waktu lama, mulai dari 6 hingga 12 bulan. Dengan pendekatan ini, sampah dikumpulkan dan ditumpuk tanpa banyak campur tangan. Sebaliknya, pengomposan dengan stimulator melibatkan penggunaan mikroba pengurai untuk membantu mempercepat penguraian sampah (Rezaina et al., 2022).

Kompos menawarkan berbagai manfaat karena dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik dan meningkatkan kapasitasnya untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Saat kompos ditambahkan, populasi mikroba bermanfaat yang membantu tanaman meningkat. Mikroorganisme ini memainkan peran penting dalam proses penyerapan nutrisi dari tanah. Selain itu, mikroba tanah dikenal karena kemampuannya membantu tanaman melawan penyakit. Pada akhirnya, kualitas kompos sangat bergantung pada bahan yang digunakan untuk membuatnya. Limbah kaya akan bahan organik seperti gula larut, pati, lemak, protein, selulosa, dan zat lain yang mudah terurai secara hayati, dan biasanya hanya mengandung sedikit bakteri berbahaya (Gill et al., 2024).

Salah satu jenis bahan organik adalah kompos cacing. Jenis kompos ini dibuat oleh cacing tanah dengan bantuan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan actynomycetes. Karena kandungan nutrisinya dan kemampuannya memengaruhi sifat tanah, serta mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman, kompos cacing berperan penting sebagai pupuk organik. Oleh karena itu, pemberian kompos cacing secara signifikan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kaya akan karbon, kompos cacing juga mengandung berbagai nutrisi makro dan mikro, termasuk nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, sulfur, dan besi, yang memenuhi standar yang sangat baik. Kompos cacing membantu mempercepat pertumbuhan, menambah tinggi dan berat tanaman, serta memperbaiki sifat fisik dan biologis tanah. Selain kompos cacing, pupuk organik dapat dibuat menggunakan komposter yang ditenagai oleh sumber energi otomatis seperti listrik dan bahan bakar, meskipun metode ini melibatkan beberapa langkah untuk menghasilkan kompos (Ade et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh effective mikroorganism (EM-4) terhadap peningkatan kualitas bekas cacing yang paling efektif dengan yang pertama dilakukan pengamatan serta pengukuran parameter fisik ialah warna, tekstur, aroma bau, suhu, pH dan yang kedua dilakukan pengukuran parameter kimia ialah nitrogen (N), fosfor (F), kalium (K)

## METODE

Pada penelitian “Pengaruh *Effective Microorganism* (Em-4) Terhadap Peningkatan Kualitas pupuk kascing ” ini menggunakan penelitian *True Experimental Design*. Ciri utama dari *true experimental design* adalah bahwa, sampel yang digunakan untuk eksperimen maupun sebagai kelompok kontrol diambil secara random dari populasi tertentu. Jadi cirinya adalah adanya kelompok kontrol dan sampel dipilih secara random. Pada dasarnya jenis penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu model pembelajaran sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan EM-4 terhadap

peningkatan kualitas kompos. Desain penelitian yang digunakan yaitu desain *Posttest only Control Design*. Pemilihan desain ini karena pada penelitian ini ingin mengetahui perbedaan hasil belajar karlas konfiol dan kelas eksperimen setelah dan sebelum di gunakan. Adapun pola dari *posttest only control design*. Penelitian pengaruh *Effective Mikroorganism* (EM-4) terhadap peningkatan kualitas pupuk kascing ini dilaksanakan di desa Gambiran RT 02 RW 05 Lokasi dilakukanya penelitian dan pengamatan di dalam rumah tempat tinggal penulis dan penelitian ini dimulai pada bulan Februari tahun 2025 sampai dengan bulan Maret 2025.

Teknik yang digunakan adalah sampling kuota dengan mengambil 90 kg sampel kascing dengan kriteria pupuk kascing. Setiap perlakuan membutuhkan 10 kg pupuk kascing masing-masing perlakuan membutuhkan pengulangan 3 kali sehingga total sampel yang dibutuhkan  $10\text{kg} \times 3 \text{ ulangan} \times 3 \text{ perlakuan} = 90 \text{ kg}$ . Penelitian Pengaruh Effective Mikroorganism (EM-4) Terhadap peningkatan kualitas pupuk kascing ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 pengulangan. Perlakuan (K1) dengan komposisi 10 kg pupuk organik kascing dengan penambahan 50ml EM-4 ; perlakuan (K2) dengan komposisi 10 kg pupuk organik kascing dengan penambahan 100 ml EM-4; perlakuan (K3) dengan komposisi 10 kg pupuk organik kascing dengan penambahan 150 ml EM-4. Variabel yang diamati adalah Pengaruh Penambahan Effective Microorganism (EM-4) Terhadap Peningkatan Kualitas Pupuk Kascing. Setelah melakukan rencana kemudian dilakukannya tahap persiapan pada tahap ini melakukan survey tempat pengambilan sampel dan meminta izin kepada pemilik peternakan cacing, pada awal persiapan diawali dengan menyiapkan alat dan bahan berupa ember cat dengan jumlah 9 buah, sekop kecil, timbangan media gelas ukur, soil detector, kamera ,bahan, 90 kg pupuk kascing, cairan EM-4 sebanyak 300ml, air bersih 800 ml.

Pada persiapan alat sudah siap lalu dilanjutkan untuk langkah-langkahnya dimulai dari melakukan pengambilan sampel pada peternak cacing di daerah penulis sebanyak 90 kg dengan menggunakan karung, lalu sampel dibagi dalam jumlah 9 sampel untuk dimasukan ke dalam bak komposter dengan ukuran masing-masing 10 kg dan jangan lupa siapkan air dan EM-4 dalam 3 ukuran yaitu 50ml, 100ml, 150ml pencampuran bahan kompos dilakukan diatas terpal plastik, yang dimulai dari bahan dengan persentasenya lebih sedikit sampai yang terbanyak. Hal ini bertujuan agar pupuk kompos EM-4 dan air bisa tercampur secara homogen agar pada saat pencampuran bahan kompos kandungan air bahan kompos diusahakan 50% - 60% dengan cara dikepal kemudian kompos menggumpal sebentar dan buyar. Kemudian bahan kompos yang sudah dicampur secara homogenya di masukan ke dalam ember cat, dan ditutup. Lanjut setiap ember dibuat label sesuai perlakuan, kemudian ember ditempatkan didalam rumah penulis. Proses pengomposan dilakukan selama selama 28 hari dalam kondisi semiaerobik, pengukuran suhu kompos dilakukan setiap hari pada pukul 08.00 WIB dan setiap satu minggu dilakukan pengadukan dengan cara bahan kompos diaduk didalam ember. Untuk pengamatan data warna pada kompos dilakukan dengan cara mengamati warna yang terbentuk pada setiap harinya, untuk pengumpulan data tekstur pada kompos dilakukan dengan cara mengambil segenggam kompos dan dikepal-kepalan untuk mengetahui bagaimana tekstur kompos yang terbentuk pada setiap harinya, untuk pengukuran data bau pada kompos dilakukan dengan cara mengambil satu genggam kompos untuk dicium apakah berbau seperti tanah atau berbau busuk, untuk pengukuran suhu dan pH digunakan alat yang namanya Soil detector caranya di tancapkan dengan ketinggian kira-kira 1/3 dari dasar tumpukan kompos.

Setelah pengamatan selama 28 hari dinyatakan kompos matang atau jadi lalu dilakukan pengujian di Laboratorium Pusat Pembibitan dan Pengembangan Tanaman Perkebunan Bogor. Pengujian ini bertujuan mengetahui hasil dari kandungan parameter fisik yaitu Nitrogen, Phosfor dan Kalium apakah memenuhi Standart baku mutu kompos berdasarkan SNI 19-7030-2024 apa tidak. Setelah hasil pengujian laboratorium diterima, data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan aplikasi SPSS. Analisis statistik yang pertama diuji normalitas Shapiro-Wilk untuk mengetahui apakah data terdistribusi secara normal, jika  $P > 0,05$

dinyatakan berdistribusi normal, maka dilanjut dengan uji homogenitas varians Levene guna memastikan keseragaman varians antar kelompok perlakuan jika hasil yang didapat  $P>0,05$  maka dinyatakan homogen lalu dilanjutkan uji *One-Way Anova* untuk menguji apakah terdapat pengaruh yang signifikan antar perlakuan jika  $P<0,01$  maka dinyatakan berpengaruh secara nyata. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan guna untuk mengetahui kualitas paling efektif dari tiga perlakuan. Pendekatan analisis ini digunakan untuk memastikan bahwa pengaruh yang muncul dalam kandungan N, P, K benar-benar disebabkan oleh perbedaan dosis Effective Microorganism (EM-4) yang dicampurkan selama proses pengomposan.

## HASIL

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *effective mikroorganism* (EM-4) terhadap peningkatan kualitas bekas cacing yang paling efektif. Selama proses pengomposan yang berlangsung selama 28 hari, dilakukan pengamatan serta pengukuran parameter fisik ialah warna, tekstur, aroma bau, suhu, pH dan yang kedua setelah pengomposan berakhir dilakukan pengukuran parameter kimia ialah nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K). Dalam studi relevan, Kompos dibuat dari sampah organik padat yang dihasilkan dari pasar suplai, yang dikomposkan selama 3 bulan. Dari kompos yang diperoleh, sampel sebanyak 1 kg diambil untuk analisis unsur secara lengkap di Institut Nasional Inovasi Agraria (INIA), yang hasilnya menunjukkan kandungan pH 8,54 (pengenceran 1:2,5), EC (1:5) 4,22 mS/cm, kelembaban 10,82 %, bahan organik 12,93 %, nitrogen 1,06 %, P2O5 2,17 %, K2O5 0,65 %, CaO 1,81 %, MgO 1,30 %, C/N 7,07, 4583,03 ppm Fe, 79,22 ppm Zn dan 12,53 ppm Cu. (Rodriguez Espinoza et al. 2024)

Pengamatan suhu dan pH selama proses pengomposan 28 hari dapat dilihat pada tabel dan grafik, sedangkan hasil pengukuran parameter kimia nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), setelah pengomposan dilihat pada tabel berikut:

### Mengamati Warna

Pada tabel 1, Anda dapat melihat warna kompos yang dibuat dengan EM4.

**Tabel 1. Warna Kompos Yang Diolah Dengan EM4**

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
K1	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman
K2	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman
K3	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman

Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan warna setelah 28 hari fermentasi. Hal ini terlihat pada perlakuan EM4 (K1, K2, dan K3), di mana warnanya tetap tidak berubah dan tidak berubah menjadi hitam. Rasio bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik padat dapat memengaruhi perubahan warna. Bahan organik diolah menjadi nutrisi, yang menyebabkan hilangnya pigmen warna, sehingga menghasilkan warna coklat kehitaman. (Ardananes, 2022).

**Aroma Bau**

Pengamatan mengenai warna kompos yang diolah dengan EM4 dirinci dalam tabel 2.

**Tabel 2. Aroma Kompos Dengan Perlakuan EM4**

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
K1	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
K2	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
K3	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau

Pada Tabel 2. menunjukkan bahwa terjadi perubahan bau setelah bahan kompos mengalami proses pengomposan 28 hari. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan dengan penambahan EM4 (A1, A2, dan A3) terjadi perubahan bau menjadi tidak berbau. Hal ini diduga perubahan bau terjadi dikarenakan dalam proses pengomposan juga merupakan indikasi bahwa proses pengomposan telah berjalan dengan baik.

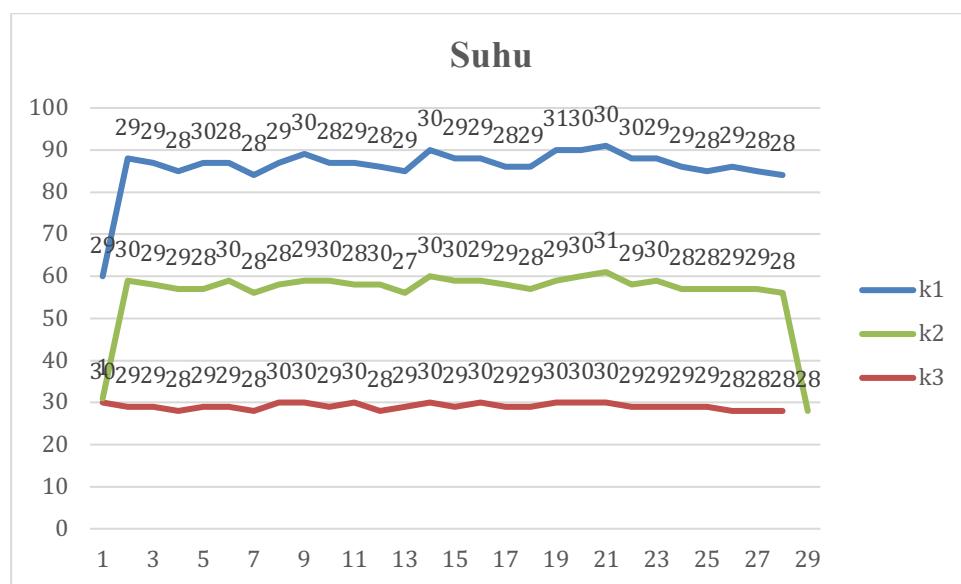
**Pengamatan Tekstur****Tabel 3. Hasil pengamatan tekstur yang dilakukan dengan perlakuan EM4**

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
K1	Remah	Remah	Remah
K2	Remah	Remah	Remah
K3	Remah	Remah	Remah

Tabel 3 menunjukkan bahwa tekstur kompos berubah setelah 28 hari pengomposan. Hal ini terlihat pada perlakuan EM4 (K1, K2, dan K3), di mana teksturnya berubah menjadi remah-remah, yang mudah lepas dan pecah saat ditangani. Pemecahan bahan organik terjadi karena mikroorganisme yang terlibat dalam proses dekomposisi.

**Suhu Kompos**

Sangat penting untuk memeriksa suhu saat membuat kompos, karena suhu membantu memahami cara kerja pengomposan, seperti yang diilustrasikan pada gambar 1.

**Gambar 1. Perubahan suhu setiap hari selama proses pengomposan**

Gambar 1 menunjukkan bahwa suhu kompos naik dan turun selama 28 hari pengamatan. Dapat dilihat pada diagram diatas terdapat perlakuan K1, K2, K3 pada awal pengomposan didapatkan hasil suhu yang sama, setelah itu pada minggu kedua terjadi kenaikan suhu karena telah berlangsungnya proses pengomposan oleh mikroorganisme yang ada dalam kompos. Pada akhir proses pengomposan didapatkan hasil suhu kompos mengalami penurunan ke suhu yaitu K1 28°C, K2 28°C, K3 28°C.

#### pH (Tingkat Keasaman)

Tingkat pH berfungsi sebagai pengukur untuk mengevaluasi kualitas fisik kompos, yang memengaruhi cara kerja mikroorganisme selama penguraian bahan organik. Hasil pengukuran pH kompos, setelah penambahan EM4, ditampilkan dalam Tabel 4.

**Tabel 4. pH kompos dengan Perlakuan EM4**

Perlakuan	Ulangan			Rataan
	1	2	3	
K1	1,04	1,07	1,06	$7,10 \pm 0,17321^a$
K2	1,01	1,03	1,04	$7,30 \pm 0,1000^a$
K3	1,02	1,05	1,06	$7,10 \pm 0,1721^a$

Dari Hasil Uji One Way ANOVA didapatkan hasil bahwa perlakuan dengan penambahan EM-4 dengan perlakuan K1 7,10%, K2 7,30%, K3 7,10% terhadap pH tidak berpengaruh nyata atau signifikan ( $P < 0,01$ ).

#### Kadar Nitrogen

Jumlah nitrogen yang ditemukan dalam kompos dengan campuran EM-4 disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Kadar Nitrogen (N) dengan Perlakuan EM4**

Perlakuan	Ulangan			Rataan
	1	2	3	
K1	1,04	1,07	1,06	$1,04 \pm 0,02082^a$

K2	1,01	1,03	1,04	$1,17 \pm 0,00577^b$
K3	1,02	1,05	1,06	$1,23 \pm 0,1000^c$

Berdasarkan analisis One Way Anova, ditentukan bahwa perlakuan dengan penambahan EM-4 pada K1, K2, dan K3 memiliki pengaruh yang nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kadar nitrogen, yaitu di bawah 0,01.

### Kadar Fosfor

Hasil analisis kandungan fosfor untuk pupuk kompos dengan campuran EM-4 pada berbagai perlakuan ditampilkan dalam Tabel 5.

**Tabel 5. Kadar Fosfor (P) dengan Perlakuan EM4**

Perlakuan	Ulangan			Rataan
	1	2	3	
K1	3,25	3,28	3,27	$3,20 \pm 0,03055^a$
K2	3,15	3,11	3,12	$3,33 \pm -0,01000^b$
K3	3,17	3,23	3,21	$3,39 \pm 0,01528^c$

Hasil analisis menunjukkan bahwa EM4 sangat memengaruhi kadar fosfor dalam kompos, dengan tingkat signifikan  $P < 0,01$ . Selain itu, pengujian Duncan selanjutnya menunjukkan bahwa kadar fosfor pada perlakuan K1, K2, dan K3 menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ( $P < 0,01$ ). Pada perlakuan K1, kadar fosfor tertinggi adalah 3,28%, sedangkan pada perlakuan K2 kadar fosfor terendah adalah 3,12%.

### Kadar Kalium

Hasil analisis kalium untuk pupuk kompos campuran untuk berbagai perlakuan ditampilkan dalam Tabel 6.

**Tabel 6. Kandungan kalium (K) dengan Perlakuan EM4**

Perlakuan	Ulangan			Rataan
	1	2	3	
K1	1,21	1,18	1,19	$1,13 \pm 0,2000^a$
K2	1,21	1,17	1,18	$1,27 \pm 0,2082^b$
K3	1,11	1,13	1,15	$1,33 \pm 0,2000^c$

Analisis varians menunjukkan bahwa penambahan EM4 selama produksi vermicompos campuran EM-4 secara signifikan memengaruhi kadar kalium ( $P > 0,05$ ). Perlakuan K1 menunjukkan konsentrasi kalium tertinggi sebesar 1,19%, sedangkan perlakuan K2 menunjukkan konsentrasi terendah sebesar 1,11%.

## PEMBAHASAN

### Parameter fisik kompos dari Warna, Bau, Tekstur, Suhu, pH

Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi parameter fisik Warna, Bau, Tekstur, Suhu, dan parameter kimia kadar nitrogen, kadar phosfor kadar kalium, dan pH. Unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium merupakan unsur hara makro yang sangat penting

dibandingkan unsur hara mikro maupun unsur hara makro lainnya. Ketiga unsur ini dibutuhkan tanaman untuk proses pertumbuhannya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengomposan selama 28 hari tidak mengakibatkan perubahan warna. Hal ini terlihat pada perlakuan dengan campuran EM4, dimana K1 (50 ml), K2 (100 ml), dan K3 (150 ml) semuanya tetap tidak berubah menjadi hitam. Warna ini merupakan indikator bahwa proses pengomposan telah berlangsung dengan baik. Warna gelap biasanya menandakan bahwa bahan organik telah terurai secara sempurna oleh mikroorganisme aktif yang terdapat dalam EM4. Warna kehitaman ini juga menunjukkan adanya peningkatan kandungan humus dalam kompos, yang sangat bermanfaat dalam meningkatkan kesuburan tanah. Warna kompos merupakan salah satu indikator utama kematangan kompos. Kompos yang sudah matang umumnya berwarna coklat kehitaman atau hitam, menyerupai warna tanah humus. Perubahan warna ini terjadi karena proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang menguraikan bahan mentah berwarna cerah atau hijau menjadi bahan organik yang lebih stabil dan gelap warnanya (Mirawati et al., 2022). Warna kompos yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi standar (SNI 19-8030-2024) yaitu kompos berwarna kehitaman

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa terjadi perubahan bau setelah bahan kompos mengalami proses pengomposan 28 hari. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan dengan penambahan EM4 (K1 (50ml), (K2 100ml), dan (K3 150ml) terjadi perubahan bau menjadi tidak berbau. Hal ini diduga perubahan bau terjadi dikarenakan dalam proses pengomposan juga merupakan indikasi bahwa proses pengomposan telah berjalan dengan baik. Bau kompos matang berbau tanah segar, berbeda dengan kompos belum matang yang berbau busuk atau menyengat akibat aktivitas mikroorganisme yang masih aktif menghasilkan senyawa volatil seperti amonia. Bau tanah ini menandakan stabilitas bahan organik dan kematangan kompos. Bau kompos pada penelitian ini sudah memenuhi standar SNI (2024) bahwa kompos yang sudah matang tidak berbau (Wahyudin1, 2020). Bau kasing ditentukan dengan 3 macam skor bau kompos, yaitu bau bahan asli, bau menyengat dan bau seperti tanah (Meilinda, 2020)

Pada sampel tekstur kompos mengalami perubahan tekstur kompos setelah kompos mengalami proses pengomposan 28 hari. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan dengan penambahan EM4 (K1 (50ml), (K2 100ml), dan (K3 150ml) terjadi perubahan tekstur menjadi kondisi remah, tidak menggumpal, dan mudah hancur saat disentuh. Bahan-bahan organik tersebut hancur karena adanya proses penguraian alami oleh mikroorganisme yang hidup didalamnya. Tekstur ini merupakan ciri dari kompos matang dan menunjukkan bahwa struktur selulosa dan lignin dalam bahan organik telah dipecah oleh aktivitas enzimatik mikroorganisme. Tekstur remah sangat penting karena akan memudahkan proses penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman serta memperbaiki struktur tanah. Menurut (Syukur, 2020), tekstur kompos bahan organik terurai menjadi unsur-unsur yang dapat diserap oleh mikroorganisme sehingga ukuran bahan organik berubah menjadi partikel-partikel kecil. Widarti dkk. (2015), juga mengatakan bahwa luas permukaan yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroorganisme dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan jumlah ruang antar bahan (porositas) dan untuk menambah luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan kompos. Kompos yang telah matang memiliki tekstur remah ketika dipegang. Pada penelitian ini menghasilkan kompos yang memenuhi standar SNI (2024) yaitu tanda kompos sudah matang akan bertekstur remah

Suhu kompos bervariasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama 28 hari pemantauan, suhu kompos mengalami kenaikan dan penurunan selama proses pengomposan. Dapat dilihat pada diagram diatas terdapat perlakuan penambahan EM4 (K1 (50ml), (K2 100ml), dan (K3 150ml) pada awal pengomposan didapatkan hasil suhu yang sama, setelah itu pada minggu kedua terjadi kenaikan suhu karena telah berlangsungnya proses pengomposan oleh

mikroorganisme yang ada dalam kompos. Pada akhir proses pengomposan didapatkan hasil suhu kompos mengalami penurunan ke suhu yaitu K1 28°C, K2 28°C, K3 28°C. Beberapa penelitian juga mencatat bahwa suhu kompos yang baik dan memenuhi standar SNI adalah di atas 22°C dan tidak lebih dari 30°C, untuk memastikan kematangan dan kualitas kompos yang optimal. Hasil yang telah diperoleh dapat dikatakan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pengamatan suhu kompos menunjukkan bahwa suhu tertinggi terjadi pada hari ke 1 sampai ke 8 dengan suhu berkisar 28-31 °C untuk semua perlakuan. Sedangkan suhu terendah terjadi pada hari ke-9, ke-10, ke-28 dan ke-29 dengan suhu 25 °C untuk semua varian dosis. Pada hari ke-30 rata-rata kompos mulai mengalami kestabilan suhu yang berkisar pada suhu 27 °C, suhu ini sama dengan suhu tanah dan telah sesuai dengan persyaratan kompos matang.

pH pada pupuk kascing yang difermentasi dengan penambahan *Effective Microorganism* (EM-4) menunjukkan nilai yang bervariasi namun tetap berada dalam kisaran yang ideal untuk proses pengomposan. Berdasarkan uji One Way ANOVA, diketahui bahwa perlakuan K1 (dengan penambahan 50 ml EM-4) menghasilkan nilai pH rata-rata sebesar 7,10, perlakuan K2 (100 ml EM-4) sebesar 7,30, dan perlakuan K3 (150 ml EM-4) sebesar 7,10. Meskipun terjadi perbedaan nilai secara numerik antar perlakuan, namun secara statistik tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ( $P < 0,01$ ). Artinya, penambahan EM-4 dalam berbagai dosis tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai pH pupuk kascing. Meskipun begitu, secara deskriptif, perlakuan K2 (100 ml EM-4) menunjukkan nilai pH tertinggi yaitu 7,30, sedangkan nilai pH terendah dicatat pada perlakuan K1 dan K3 yaitu 7,10. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pupuk kascing yang dihasilkan berada dalam kisaran pH netral hingga sedikit basa, yang ideal bagi aktivitas mikroorganisme dekomposer dalam proses pengomposan. Kondisi pH netral ini mendukung proses penguraian bahan organik secara efisien karena mikroorganisme seperti bakteri dan jamur cenderung bekerja optimal pada pH mendekati netral. Kandungan pH yang dilepaskan selama fermentasi memenuhi kebutuhan tanaman, penambahan yang tepat dapat meningkatkan komponen nutrisi kompos, sehingga menyediakan nutrisi yang lebih lengkap bagi tanaman. (Yin et al. 2025) Nilai pH kompos dalam semua perlakuan juga telah memenuhi standar kualitas pupuk kompos berdasarkan SNI 19-7030-2024, yaitu berkisar antara 6,80 hingga 7,49. Stabilitas pH ini merupakan indikator bahwa proses dekomposisi telah berlangsung secara baik dan mikroorganisme aktif bekerja tanpa menghasilkan asam berlebih yang dapat menurunkan kualitas pupuk. Selain itu, pH yang stabil juga berperan penting dalam mempertahankan keseimbangan unsur hara dalam kompos, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

### Parameter Kimia NPK

Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan *Effective Microorganism* (EM-4) pada perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar nitrogen dalam pupuk kandang ( $P < 0,01$ ). Hal ini menunjukkan bahwa variasi dosis EM-4 secara signifikan memengaruhi peningkatan kadar nitrogen dalam proses komposting. kandungan nitrogen tertinggi ditemukan pada perlakuan K3 (penambahan 150 ml EM-4), yaitu sebesar 1,23%, sedangkan nilai terendah tercatat pada perlakuan K2 (100 ml EM-4), yaitu sebesar 1,01%. Adapun perlakuan K1 (50 ml EM-4) memiliki kandungan nitrogen sebesar 1,04%. Peningkatan kadar nitrogen yang terjadi seiring bertambahnya dosis EM-4 dapat dijelaskan melalui mekanisme kerja mikroorganisme dalam EM-4. Selain itu, peningkatan populasi mikroba akibat penambahan EM-4 juga memacu laju mineralisasi nitrogen, yang selanjutnya berkontribusi terhadap peningkatan kadar N dalam kompos. perlakuan dosis substitusi kompos mempunyai pengaruh yang signifikan pada tanaman (Fahmi Juwono dkk, 2020). Nilai kandungan nitrogen yang diperoleh dari semua perlakuan juga telah melampaui standar minimum berdasarkan SNI 19-7030-2024, yaitu sebesar 0,40%. Artinya, pupuk kascing hasil

fermentasi EM-4 memiliki potensi tinggi sebagai pupuk organik yang mampu menunjang pertumbuhan tanaman.

Organisme yang bertugas dalam menghancurkan material organik membutuhkan nitrogen dalam jumlah yang besar<sup>14</sup>. Nitrogen akan bersatu dengan mikroba selama proses penghancuran material organik. Setelah proses pembusukan selesai, nitrogen akan dilepaskan kembali sebagai salah satu komponen yang terkandung dalam kompos(Sedo et al., 2023). Peningkatan kadar nitrogen yang terjadi seiring bertambahnya dosis EM-4 dapat dijelaskan melalui mekanisme kerja mikroorganisme dalam EM-4. Mikroba seperti *Lactobacillus* sp., *Streptomyces* sp., dan bakteri fotosintetik bekerja secara aktif dalam proses dekomposisi bahan organik, mengubah senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap tanaman. Dalam proses ini, unsur nitrogen yang sebelumnya terikat dalam bahan organik dilepaskan dan tersedia dalam bentuk amonia dan nitrat yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman.(Irianto M, 2020)

Kandungan fosfor menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan *Effective Microorganism* (EM-4) memberikan pengaruh yang sangat nyata ( $P<0,01$ ) terhadap kandungan fosfor (P) dalam pupuk kasing. Uji lanjut menggunakan Duncan's Multiple Range Test juga memperkuat temuan ini, menunjukkan bahwa setiap perlakuan (K1 50ml, K2 100ml, K3 150ml) menghasilkan nilai yang berbeda nyata secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa variasi dosis EM-4 berperan penting dalam menentukan tingkat ketersediaan fosfor selama proses pengomposan. Secara deskriptif, kandungan fosfor tertinggi tercatat pada perlakuan K1 (50 ml EM-4) sebesar 3,28%, sedangkan kandungan terendah terdapat pada perlakuan K2 (100 ml EM-4) yaitu 3,12%. Adapun perlakuan K3 (150 ml EM-4) memiliki nilai fosfor sebesar 3,21%. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa penambahan EM-4, meskipun dalam jumlah berbeda, tetap mampu meningkatkan kadar fosfor secara keseluruhan, melebihi standar minimum SNI 19-7030-2024 yang mensyaratkan kadar P minimum sebesar 0,10%. Kandungan phospor yang tinggi ini diduga disebabkan oleh jumlah P yang ada di dalam bahan baku kompos, serta banyaknya mikroorganisme yang ada saat pengomposan. Organisme mati, menyebabkan kadar P juga meningkat. Selain itu, diduga karena mikroorganisme yang terkandung didalam EM4 dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen sehingga mampu mempercepat proses pengomposan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Syafria & Farizaldi, 2022)menyatakan bahwa kadar P juga dipengaruhi oleh proses pelapukan oleh mikroorganisme, karena selama tahap pengembangan organisme akan mati dan kadar P dalam organisme akan bercampur dengan bahan pupuk, sehingga dapat meningkatkan kandungan P kompos.

Kalium merupakan unsur hara makro esensial yang berperan penting dalam mengatur keseimbangan air dan membuka stomata pada tanaman, memperkuat jaringan tanaman, serta meningkatkan daya tahan terhadap cekaman biotik seperti penyakit dan serangan hama. Dalam proses pengomposan, kalium berasal dari bahan organik sumber kompos dan dilepaskan selama proses dekomposisi berlangsung. Dalam penelitian relevan, Hasil analisis kompos daerah percobaan menunjukkan konduktivitas listrik 1,44 mS/cm (diukur pada pengenceran 1:2,5), pH 7,1 (diukur pada pengenceran 1:2,5), bahan organik 1,90 %, Nitrogen 0,09 %, Fosfor 13,45 ppm; Kalium 135,07 ppm, CaCO<sub>3</sub> 0,0 %, pertukaran kation (mEq/100 g tanah) Kalsium 6,54, Magnesium 1,15, Natrium 0,54 dan Kalium 0,35. (Rodriguez Espinoza et al. 2024)Hasil ini menunjukkan bahwa vermicompos memicu akumulasi polifenol dalam air mikro meskipun menghambat akumulasi glukosinolat (García-Pérez et al. 2025) Perbedaan kandungan kalium yang terjadi antar perlakuan menunjukkan bahwa EM-4 mepengaruhi pelepasan unsur K selama pengomposan. Mikroorganisme dalam EM-4 mempercepat dekomposisi bahan organik, termasuk pelepasan unsur hara seperti kalium. Namun, pada perlakuan dengan dosis yang lebih tinggi (K2 dan K3), penurunan kandungan kalium dapat disebabkan oleh beberapa

faktor, antara lain pencucian unsur hara akibat kelembaban yang terlalu tinggi, atau penyerapan ulang oleh mikroorganisme selama fase fermentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos dengan EM-4 telah dilakukan analisis laboratorium di Balai Pembibitan dan Pengembangan Perkebunan untuk mengevaluasi kadar N, P, dan K. Selain itu, dilakukan Uji Normalitas untuk memeriksa apakah data mengikuti distribusi normal, diikuti dengan Uji Homogenitas untuk menilai homogenitas data. Selanjutnya, dilakukan Uji One Way Anova untuk menyelidiki pengaruh penambahan EM-4 pada perlakuan 1 (50 ml), perlakuan 2 (100 ml), dan perlakuan 3 (150 ml). Setelah itu, dilakukan Uji Duncan sebagai prosedur lanjutan untuk mengidentifikasi perlakuan EM-4 yang paling efektif.

Hasil Uji Normalitas menunjukkan bahwa konsentrasi NPK dengan penambahan EM-4 (50 ml, 100 ml, 150 ml) menunjukkan distribusi normal ( $P>0,05$ ). Setelah ini, Uji Homogenitas menghasilkan nilai homogen mengingat ( $P>0,05$ ), yang kemudian mengarah pada Uji One Way Anova. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan EM-4 secara signifikan memengaruhi kandungan NPK ( $P<0,01$ ). Selanjutnya, Uji Duncan dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana—perlakuan 1 (50 ml), perlakuan 2 (100 ml), atau perlakuan 3 (150 ml) yang paling efektif terkait penambahan EM-4. Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan 3 (150 ml) menghasilkan kadar NPK tertinggi dan terbukti paling efektif. Dalam (Gómez-Brandón et al. 2025) mengatakan vermi-kompos adalah sebagai pendekatan ramah lingkungan untuk stabilisasi biologis tanah.

## **KESIMPULAN**

Penambahan EM-4 berpengaruh terhadap kualitas fisik pupuk kascing, yang ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi kehitaman, tekstur menjadi remah, dan bau menjadi seperti tanah, sesuai dengan indikator kematangan kompos menurut SNI 19-7030-2024. Penambahan EM-4 berpengaruh nyata terhadap kualitas kimia pupuk kascing, khususnya pada kandungan nitrogen (N) dan fosfor (P) yang meningkat signifikan seiring peningkatan dosis EM-4. Kandungan nitrogen tertinggi terdapat pada perlakuan K3 (150 ml EM-4), sedangkan kandungan fosfor tertinggi terdapat pada perlakuan K1 (50 ml EM-4). Meskipun kandungan kalium (K) dan pH tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik, namun nilainya tetap berada dalam rentang yang sesuai dengan standar nasional, menunjukkan bahwa pupuk kascing hasil perlakuan EM-4 layak digunakan sebagai pupuk organik berkualitas tinggi. Dosis EM-4 memberikan pengaruh yang berbeda terhadap setiap unsur hara, sehingga penting untuk menyesuaikan dosis yang optimal sesuai dengan tujuan dan kebutuhan pemupukan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) atas segala dukungan, fasilitas, dan kesempatan yang telah diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Dukungan dari institusi ini sangat berarti dalam menunjang kelancaran kegiatan penelitian dan penulisan ilmiah yang dilakukan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ade Ruly Sumartini, et al 2021. “*Pemasaran Komposter Pengolahan Sampah Organik Menjadi Pupuk Pada Kelompok Usaha Tebe Komposter*” International Journal Of Community Service Learning.

Adytama 2017. “*Analisis Unsur Hara Makro Dengan Metode Vermicomposting Pada Sampah Daun Kering (Studi Kasus Di Kawasan Kampus Terpadu Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Universita Islam Indonesia).*” : 1–52. <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/27994>.

Ai, Feng, Shimei Zheng, Chunmei Zeng, Binbin Li, Kaiyu Zhang, Chenchen Zhang, Qiang Li, and Longfei Kang. 2025. “Soil Ecosystem Multifunctionality and Growth Characteristics of Leymus Chinensis Were Enhanced after Sandy Soil Amendment with Vermicompost and Soil Conditioner in Soil-Plant-Microbe System.” *Environmental Technology and Innovation* 39: 104226. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2025.104226>.

Amaya-Gómez, Carol V., Diego H. Flórez-Martínez, María Luz Cayuela, and Germán Tortosa. 2025. “Compost and Vermicompost Improve Symbiotic Nitrogen Fixation, Physiology and Yield of the Rhizobium-Legume Symbiosis: A Systematic Review.” *Applied Soil Ecology* 210 (February). <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2025.106051>.

Anni Rochaeni, dkk 2024. “*The Effect Of Air Flow And Stirring Frequency In Continuous Thermophilic Composting*”. Journal of Community Based Environmental Engineering and Management, 2024, Vol. 8, No. 1: 75–84

Ardhananes Wari Almastin & Aminah Asngad, 2022. “*Pemanfaatan Limbah Jerami Dan Bulu Ayam Sebagai Bahan Baku Pop Dengan Penambahan Lumbriscus Terrestris Dan Maggot Bsf Sebagai Dekomposer*”. Artikel Pemakalah Paralel.

Ekawandani Nunik 2018. “*Efektifitas Kompos Daun Menggunakan EM4 Dan Kotoran Sapi*.” Jurnal Politeknik TEDC 12(2): 154–149.

Ermavitalini, Dini et al. 2019. “*Pelatihan Komposting Sampah Skala Rumah Tangga Dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat Desa Ketegan Tanggulangin Sidoarjo*.” Jurnal ABDI 5(1): 39.

García-Pérez, Pascual, Marco A. De Gregorio, Ettore Capri, Gokhan Zengin, and Luigi Lucini. 2025. “Unleashing the Nutritional Potential of Brassica Microgreens: A Case Study on Seed Priming with Vermicompost.” *Food Chemistry* 475 (November 2024). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143281>.

Gómez-Brandón, María, Manuel Aira, Maraike Probst, Ning Liu, Zhi Jian Zhang, Yong Guan Zhu, and Jorge Domínguez. 2025. “Earthworms Attenuate Antibiotic Resistance Genes and Mobile Genetic Elements during Vermicomposting of Sewage Sludge.” *Journal of Environmental Management* 384 (April). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125562>.

Hariyadi 2021. “*Kompos Dan Pupuk Organik Cair Untuk Pertumbuhan Dan Hasil Cabai Rawit (Capsicum Frutescens) Di Tanah Gambut*.” Journal of Environment and Management 2(1): 61–70.

Maghfiroh 2016. “*Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengelolaan Sampah Organik (Komposting) Oleh Akademi Kompos Di Bumi Pesanggrahan Mas Rw 08 Kelurahan Petukangan Selatan*.” Skripsi: 1–105.

Marlina, Neni., Fitri Yetty Zairani., Burlian Hasani., Khodijah., dan Oktha Vianto. 2021. *utilization of dried leaf litter as organic fertilizer in talang ilir hamlet, sukamoro*

village, banyuasin regency, south sumatra. Altifani Journal: International Journal of Community Engagement 1 (2), 1-10.

Mutmainna et al. 2023. Eureka *Media Aksara Bokashi Dari Limbah Organik Dengan Teknik Vermicomposting* Penerbit Cv. Eureka Media Aksara.

Reynaldo Justino Silva-Paz. 2024. "Influence of Organic Compost Treatment on Biometric Patterns and Sensory Attributes of Fresh Green Beans (*Phaseolus Vulgaris L.*)."*Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 9 (August 2023). <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100630>.

Rodriguez Espinoza, Ronald Fernando, Juan Manuel Ipanaqué Roña, Dante Daniel Cruz Nieto, Joaquin José Abarca Rodriguez, Yolanda Maricruz Egilas Caushi, Johnny Mitchell Gomero Mancesidor, Hector Jorge Castro Bartolomé, Nicodemo Crescencio Jamanca-Gonzales, and

Rosita, R., R. Ruhimat, S. Endicristina, D. Apriliyanto, W.T.A.S. Sanjaya dan F. Hazra. 2022. *Isolation and characterization of Hg and Pb reducing bacteria in several contaminated habitats*. ASEAN Journal of Science and Technology,3(1):30-37.

Setianiet al. 2023. *Compost Quality of Compost Process Grass Waste with Composting Bin Method*.J. Presipitasi, Vol 20No 1: 11-20

Trihadiningrum, Yulinah, Rhenny Ratnawatia, Intan Dwi Wahyu Setyo Rinia, Arya Ghali Arudama, IDAA Warmadewanthia, Sri Rachmania Juliastutib. 2015. *composting process of Slaughterhouse Solid Waste Using Aerobic System*. *Environmental Technology And Management Conference Green Technology Towards Sustainable Environment*.

Yin, Jie, Jian Wang, Lu Zhao, Zhongliang Cui, Sheng Yao, Guoxue Li, And Jing Yuan. 2025. "Compost Tea: Preparation, Utilization Mechanisms, And Agricultural Applications Potential – A Comprehensive Review." *Environmental Technology And Innovation* 38 (February): 104137. <Https://Doi.Org/10.1016/J.Eti.2025.104137>.

Purnami, A. S. (2021). *Purnami, A. S. (2021, October). Pemanfaatan Kotoran Hewan Ternak Untuk Pupuk Kompos. In Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat (Vol. 1, No. 1, Pp. 147-151)*.

Alwie Sabata, B., Umam Annasruh, K., Farhan Ahsan, M., Nurul Na, M., & Rudyanti Winanda, N. (2023). Pupuk Kompos Sebagai Solusi Permasalahan Pertanian Dan Pengelolaan Sampah Organik Di Desa Mojoduwur, Kecamatan Mojowarno. *Journal Transformation Of Mandalika*, 4(8). <Http://Ojs.Cahayamandalika.Com/Index.Php/Jtm/Issue/Archive>

Dewi S, F. M., & Kusnoputranto, H. (2022). Analisis Kualitas Kompos Dengan Penambahan Bioaktivator Em4 Dan Molase Dengan Metode Takakura. *Poltekita : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 16(1), 67–73. <Https://Doi.Org/10.33860/Jik.V16i1.1039>

Dini Ermavitalini, O. ;, Jadid, N., Muslihatin, W., Saputro, T. B., & Shovitri, M. (2019). *Pelatihan Komposting Sampah Skala Rumah Tangga Dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat Desa Ketegan Tanggulangin Sidoarjo*. 5(1), 39–43.

Ekawandani, N., & Alvianingsih, ) ; (2018). Efektifitas Kompos Daun Menggunakan Em4 Dan Kotoran Sapi. In *Nunik Ekawandani,Alvianingsih Tecd* (Vol. 12, Issue 2).

Hariyadi, H., Sih Winarti, & Basuki, B. (2021). Kompos Dan Pupuk Organik Cair Untuk Pertumbuhan Dan Hasil Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens*) Di Tanah Gambut. *Journal Of Environment And Management*, 2(1), 61–70. <Https://Doi.Org/10.37304/Jem.V2i1.2660>

Kasus, S., Kawasan, D., & Terpadu, K. (2022). *Adytama, A. (2022). Analisis Unsur Hara Makro Dengan Metode Vermicomposting Pada Sampah Daun Kering (Studi Kasus Di*

*Kawasan Kampus Terpadu Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Islam Indonesia).*

Mirawati, A., Biologi, W. J., Matematika, F., Pengetahuan, I., Universitas, A., & Surabaya, N. (2022). *Kualitas Kompos Berbahan Dasar Sampah Rumah Tangga, Sampah Kulit Buah, Dan Sampah Daun Dalam Lubang Resapan Biopori The Quality Of Compost Made From Households Waste, Fruits Waste, And Leaves Waste In Biopore Infiltration Hole.* <Http://Ejournal.Unesa.Ac.Id/Index.Php/Lenterabio>

Saputri, E. W., Syafria, H., & Adriani, D. (2022). *Pengaruh Penambahan Effective Microorganism 4 (Em4) Terhadap Kualitas Kompos Campuran Feses Sapi Dan Pelepas Sawit.*

Sedo, C. M., Tawa, B. D., Lulan, T. Y. K., Gauru, I., & Da Cunha, T. M. (2023). Pengaruh Komposisi Daun Gamal (Gliricidia Sepium Hbr.) Dan Kotoran Sapi Dengan Nutrisi Pisang Terhadap Rasio C/N Kompos. In *Chem. Notes* (Vol. 2021, Issue 2).

Irianto M. (2020). *Peranan Effective Microorganism 4 (Em-4) Dalam.*

Silitonga, E., Enggar, B. A. N., Kehutanan, A. J., Pertanian, F., Bengkulu, U. J. W., & Supratman, B. (2023). Pengaruh Media Tanam Berbasis Limbah Serat Buah Sawit Dan Tanah Pantai Dengan Pemberian Em4 (Effective Microorganism Terhadap Pertumbuhan Bibit Ketapang Kencana (Terminalia Mantaly) Influence Of Planting Media Based On Palm Fruit Fiber Waste And Coastal Soil With The Provision Of Em4 (Effective Microorganisms On The Growth Of Ketapang Kencana Seedlings (Terminalia Mantaly). *Journal Of Global Forest And Environmental Science*, 3(1).

Wahyudin1, N. (2020). *Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Mikroorgansme Lokal Bonggol Pisang Sebagai Bioaktivator.*

Suryawan, I. G. P. A., Hartawan, G. A. K. D. D., & Kencanawati, C. I. P. K. (2020). Kandungan Unsur Nitrogen Dan Karbon Pada Kompos Dari Bahan Baku Sampah Organik Yang Dicacah Dengan Mesin Pencacah. In *Januari* (Vol. 15, Issue 1).

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. <Https://Doi.Org/10.25077/Jpi.24.1.36-42.2022>

Syukur, I. (2020). *Kualitas Fisik Kompos Kombinsi Limbah Kulit Kopi Dan Solid Decanter Menggunakan Aktivator Em-4.*

Wahyudin, Abdullah, T., Fatmalia, E., & Wahyuningsih, S. (2023). Workshop Pengolahan Sampah Organik Menjadi Kompos Di Desa Suka Makmur Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat. *Dedikasi Saintek Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 274–281. <Https://Doi.Org/10.58545/Djpm.V2i3.215>

Rahim, A. R. (2018). Pemanfaatan Limbah Tambak Ikan Untuk Budidaya Cacing Tanah Lumbricus rubellus. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 1(2), 1-8.

Ernawati, N. M., Arthana, I. W., Kartika, G. R. A., Julyantoro, P. G. S., & Dewi, A. P. W. K. (2019). Praktik cara budidaya Cacing Lumbricus Rubellus dalam menunjang budidaya ikan lele di Desa Keramas Kabupaten Gianyar. *Buletin Udayana Mengabdi*, 18(3), 165-169.