

## PENGARUH DURASI PENGOMPOSAN DAN JENIS AKTIVATOR TERHADAP KANDUNGAN UNSUR HARA MAKRO KOMPOS ORGANIK PADAT

Hikari Rahma Nurhalizah, Selfina Gala  
Program Studi Teknik Kimia

Universitas Fajar/Jl.Prof. Abdurahman Basalamah No.101,Karampuang,Kec.  
Panakkukang, Kota Makasatu,Sulawesi selatan 90231  
E-mail: hikarirahmanh@gmail.com

---

### Abstract

Indonesia faces major significant challenges in managing organic waste, particularly from household and agricultural sectors. Large amount of fruit and vegetable waste is often disposed improperly, contributing to environmental pollution. However, this organic waste contains essential macronutrients such as Nitrogen (N), Phosphorus (P), and Potassium (K), making it a valuable raw material for production solid organic compost. This study aims to investigate the effect of composting duration and the use of different activators effective microorganism 4 (EM4), rice washing water (RRW) and a combination of both on the macronutrient content of compost made from fruit and vegetable waste. The research focuses on evaluation compost quality based on variation in composting duration (14, 21 and 28 days) and activator types. The composting process is conducted using a static closed system with natural aeration. Parameters observed include the levels of N, P, and K in the resulting compost. The nutrient levels of N, P and K were measured using the Kjeldahl method, Spectrophotometry, and Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), respectively. Data analysis was performed using comparative statistical methods to evaluate nutrient content based on composting duration and type of activator. The result showed that the combination of EM4 and RRW with a composting duration of 28 days was the most effective treatment, producing compost with nitrogen content of 0,53%, phosphorus 0,13%, and potassium 0,30 % .

**Keywords:** Composting Duration; EM4; Macronutrient; Organic Waste; Rice Washing Water

---

### Abstrak

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan limbah organik, khususnya dari sektor rumah tangga dan pertanian. Limbah buah dan sayur dalam jumlah besar seringkali dibuang secara tidak tepat, sehingga berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Padahal, limbah organik ini mengandung unsur hara makro yang penting seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium(K) yang menjadikannya bahan baku yang bernilai untuk produksi kompos organik padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh lama waktu pengomposan serta penggunaan berbagai jenis aktivator Effective microorganism 4 (EM4), Air cucian beras (ACB), dan kombinasi keduanya terhadap kandungan unsur hara makro dalam kompos yang dihasilkan dari limbah buah dan sayur. Penelitian ini difokuskan pada evaluasi kualitas kompos berdasarkan variasi durasi pengomposan (14, 21 dan 28 hari) dan jenis aktivator yang digunakan, Proses

*pengomposan dilakukan dengan metode statis tertutup dan aerasi alami. Parameter yang diamati meliputi kadar Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K) dalam kompos yang dihasilkan. Pengukuran kadar N, P, K dilakukan dengan metode Kjeldahl, Spektrofotometer, dan AAS. Analisis data dilakukan menggunakan statistik perbandingan nilai kandungan unsur hara N, P, K dari tiap sampel terhadap durasi waktu pengomposan dan jenis aktivator, Hasil penelitian menunjukkan kombinasi EM4 dan ACB dengan waktu pengomposan 28 hari merupakan perlakuan terbaik dalam menghasilkan kompos organik yaitu kadar Nitrogen 0,53%, Fosfor 0.13%, Kalium 0,30 %*

**Kata Kunci:** Durasi Pengomposan; EM4; Unsur Hara Makro, Limbah Organik, Air Cucian Beras

## 1. Pendahuluan

Indonesia menghadapi tantangan serius terkait pengelolaan limbah organik, terutama dari sektor pertanian dan rumah tangga. Limbah buah dan sayur yang dihasilkan dalam jumlah besar sering kali dibuang begitu saja, menambah beban sampah dan berpotensi mencemari lingkungan. Namun, limbah ini kaya akan unsur hara makro penting termasuk Kalium (K), Fosfor (P), dan Nitrogen (N), dan memiliki banyak potensi sebagai bahan baku pupuk kompos organik padat [1].

Pemanfaatan limbah organik jadi pupuk kompos tidak hanya membantu mengurangi sampah tetapi juga mempromosikan metode pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu faktor penting dalam proses pengomposan adalah durasi atau waktu pengomposan itu sendiri. Waktu pengomposan yang optimal berpengaruh langsung terhadap tingkat dekomposisi bahan organik serta kadar unsur hara terkandung dalam kompos dihasilkan [2].

Limbah buah serta sayur adalah sisa-sisa bagian buah serta sayuran tidak dikonsumsi atau tidak dimanfaatkan, seperti kulit, biji, batang, daun, dan bagian lainnya yang terbuang selama proses penanganan, pengolahan, atau konsumsi. Limbah ini bersifat organik dan mudah terurai (*biodegradable*), serta umumnya dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, pasar tradisional, restoran, atau industri pengolahan pangan [3].

Pengomposan adalah proses pemecahan biologis dan menstabilkan bahan organik pada suhu tinggi untuk menghasilkan produk yang ramah lingkungan, cukup stabil untuk disimpan, dan memperbaiki tanah pertanian [4]. Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa dinamika dekomposisi bahan organik dapat menjadi fungsi dari kualitasnya, biota dan iklim mikro, serta faktor edafik lainnya, Menurut [5], [6] laju pelepasan nutrisi dari amandemen organik di tanah bergantung pada banyak faktor, termasuk efisiensi penyerapan oleh tanaman, kehilangan nitrogen, waktu penanaman, dan faktor iklim, terutama suhu dan jumlah curah hujan di lokasi [7].

Proses pengomposan alami biasanya membutuhkan waktu yang lama untuk selesai. Banyak sistem pengomposan telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi penundaan ini [8]. Menggunakan aktivator adalah salah satu terapi terbaik. Aktivator ini bekerja untuk mempercepat proses pengomposan, sehingga sampah organik dapat terurai menjadi kompos dengan lebih cepat dan efektif [9].

Jika proses pengomposan dijalankan terlalu singkat, bahan organik mungkin belum terurai sempurna sehingga kandungan hara belum maksimal. Sebaliknya, jika

dilakukan terlalu lama, unsur hara tertentu bisa hilang akibat penguapan atau pencucian. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan bagaimana perubahan waktu pengomposan memengaruhi komposisi makro nutrisi kompos, khususnya yang berbahan dasar limbah buah dan sayur [10].

Salah satu metode umum dipakai didalam pembuatan kompos yakni fermentasi bantuan dekomposer, seperti *Effective Microorganisms 4* (EM4), Mikroorganisme bermanfaat termasuk bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, dan ragi hadir dalam EM4, larutan yang mempercepat pemecahan bahan organik menjadi humus [11]. Penggunaan EM4 dalam pembuatan kompos telah terbukti meningkatkan kualitas dan mempercepat waktu fermentasi kompos. Selain itu, EM4 juga dapat membantu menekan bau tidak sedap dan meningkatkan populasi mikroorganisme tanah yang bermanfaat [12].

Di sisi lain, air cucian beras mengandung berbagai nutrisi seperti karbohidrat, vitamin B, serta mineral seperti fosfor dan kalium yang dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme dalam proses pengomposan. Air cucian beras, selama ini hanya dibuang begitu saja, bisa dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi tambahan dalam pembuatan kompos, terutama dalam memperkaya media fermentasi secara alami dan ekonomis [13].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa bahan baku seperti limbah kulit nanas menghasilkan kompos dengan kandungan Nitrogen 0,28%, Fosfor 0,14%, Kalium 0,2%, rasio C/N 10,06%, 13,7 ppm besi, dan 8,71 ppm Boron [14]. Penelitian oleh (Annisa'ul Baroroh, 2016) menunjukkan bahwa kompos kombinasi serasah daun bambu serta blotong memiliki kandungan N-total sebesar 2,73%,  $P_2O_5$  sebesar 1,95%, serta  $K_2O$  sebesar 1,88% setelah 6 minggu pengomposan [15].

Meskipun telah banyak penelitian yang mengkaji proses pengomposan dan pengaruhnya terhadap kandungan unsur hara makro di dalam kompos, masih terbatas penelitian yang secara khusus membahas pembuatan kompos padat dengan menggunakan *Effective Microorganisms 4*, Air cucian beras dan gabungan antara *Effective Microorganisms 4* dan air cucian beras sebagai aktivator, serta memvariasikan waktu pengomposan untuk mengoptimalkan kandungan unsur hara makro. Oleh karena itu, penting agar menjalankan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini tujuannya agar menghasilkan pupuk kompos yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga mempunyai kandungan unsur hara makro sesuai standar kualitas pupuk, sehingga dapat meningkatkan efektivitasnya dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

## 2. Metode Penelitian

Limbah sayur serta buah di dapatkan di pasar tradisional jongkok perumnas antang, kota makassar. Penelitian sampel kompos organik dilakukan di Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air dan Perakitan Dan Modernisasi Pertanian Sulawesi Selatan selama bulan Juni sampai dengan Juli 2025. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium untuk menguji pengaruh jenis aktivator dan durasi pengomposan terhadap kandungan hara makro kompos limbah buah dan sayur. Aktivator yang digunakan terdiri dari EM4, air cucian beras (ACB), kombinasi EM4 dan ACB, serta kontrol tanpa aktivator, sedangkan durasi pengomposan ditetapkan selama 14, 21, dan 28 hari. Bahan baku berupa limbah buah (kulit nanas, kulit jeruk, kulit pisang) dan limbah sayur (kol, kulit wortel, sawi) dicacah berukuran 2-3 cm, kemudian dicampur hingga homogen dan dimasukkan ke dalam wadah komposter. Aktivator

ditambahkan sesuai perlakuan, kelembaban dijaga pada kisaran 50–60%, dan pengadukan dilakukan setiap tiga hari sekali untuk menjaga ketersediaan oksigen. Pada akhir masing-masing durasi pengomposan, sampel kompos diambil untuk dianalisis kandungan nitrogen menggunakan metode Kjeldahl, fosfor menggunakan spektrofotometri, dan kalium menggunakan AAS, Data yang diperoleh dianalisis secara Statistik perbandingan nilai kandungan hara N, P, dan K dari tiap sampel Terhadap durasi pengomposan dan jenis aktivator.

Berikut adalah prosedur analisis penelitian.

1. Kadar Nitrogen Total
  - a. Ditimbang teliti 0,5 g contoh dimana sudah dihaluskan ( $\leq 0,5$  mm), dimasukkan ke labu Kjeldahl
  - b. Ditambahkan 10 ml larutan asam Sulfat-Salisilat, digoyang sampai merata serta biarkan semalaman;
  - c. Ditambahkan 4 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  selanjutnya dipanaskan di suhu rendah sampai gelembung habis.
  - d. Naikkan suhu secara bertahap hingga 300 °C (sekitar dua hingga tiga jam) dan biarkan dingin
  - e. Setelah menambahkan 10 mililiter larutan natrium hidroksida (NaOH) 40%, 20 mililiter larutan asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) 1%, dan tiga tetes indikator Conway, lakukan distilasi.
  - f. Bila hasil distilasi mencapai 100 ml g, hentikan proses
  - g. Catat volume akhir titrasi ( $V_1$ ) h setelah dititrasi dengan larutan asam sulfat 0,05 N ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) hingga titik akhir titrasi tercapai (warna hijau berubah menjadi merah muda).
  - h. Lakukan titrasi larutan blanko ( $V_2$ ) [16].
  
2. Kadar  $\text{P}_2\text{O}_5$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ 
  - 1) Ekstraksi
    - a. Timbang dengan hati-hati antara 0,5 dan 1 g sampel pupuk yang dihancurkan sebelum menembarkannya ke dalam labu pencernaan.
    - b. Tambahkan 1–2 ml asam perklorat ( $\text{HClO}_4$ ) p.a. dan 5–10 ml asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) p.a., campur, dan biarkan semalaman;
    - c. Dipanaskan dalam digester blok pada suhu 100 °C terlebih dahulu, kemudian ditingkatkan menjadi 200 °C setelah uap kuning menghilang. Ketika uap putih telah menguap dan hanya tersisa sekitar 0,5 cc cairan di dalam labu, penghancuran telah selesai.
    - d. Setelah dingin, diencerkan dengan air hingga mencapai level 50 atau 100 mililiter, diaduk hingga merata, dan dibiarkan semalaman atau disaring melalui kertas saring untuk menghasilkan ekstrak yang bening.
  
  - 2) Pengukuran  $\text{P}_2\text{O}_5$ 
    - a. Pipet Setiap set standar kerja dan 1 mililiter ekstrak harus ditempatkan dalam tabung kimia 20 mililiter.
    - b. Gunakan vortex mixer untuk mengocok setiap sampel dan seri standar kerja hingga homogen, lalu tambahkan 9 ml reagen molibdat fosfat yang diencerkan.

- c. Setelah didiamkan selama 15 hingga 25 menit, ukur nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer yang diatur pada 889 nm ( $\lambda$  maksimum disesuaikan dengan kondisi alat).
- 3) Pengukuran  $K_2O$
- Pipet Masukkan 1 mililiter ekstrak ke dalam tabung reaksi kimia 20 mililiter
  - Tambahkan masing-masing 1 mililiter larutan Lantanum (III) Klorida  $LaCl_3$ , encerkan dengan 10 mililiter larutan standar yang mengandung 0 miligram per liter, dan aduk dengan vortex mixer sampai semuanya merata
  - Pada panjang gelombang 766,5 nm, absorbansi larutan diukur menggunakan Flamephotometer atau SSA [17].

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini membuktikan bahwa waktu pengomposan dan jenis aktivator memengaruhi kandungan N, P, dan K pada kompos limbah buah dan sayur. Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memperjelas perbedaan antarperlakuan.

**Tabel 1. Hasil Analisa Kadar Nitrogen**

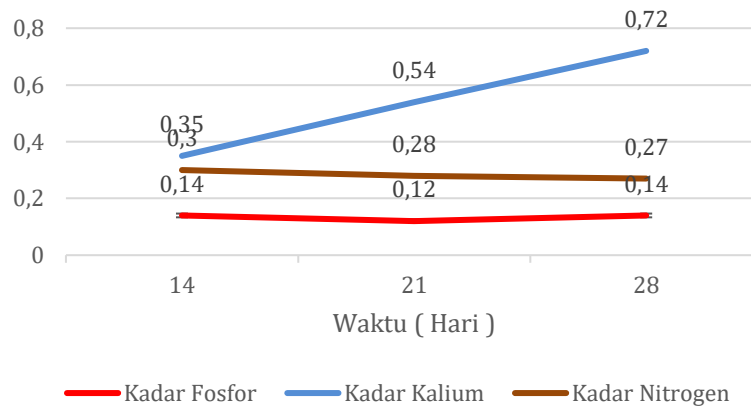
Hari ke-Aktivator	14	21	28
Tanpa aktivator	0,3	0,28	0,27
EM4	0,24	0,28	0,26
ACB	0,28	0,27	0,25
Kombinasi	0,29	0,23	0,3

**Tabel 2. Hasil Analisa Kadar Fosfor**

Hari ke-Aktivator	14	21	28
Tanpa aktivator	0,14	0,12	0,14
EM4	0,14	0,11	0,13
ACB	0,13	0,14	0,13
Kombinasi	0,12	0,11	0,13

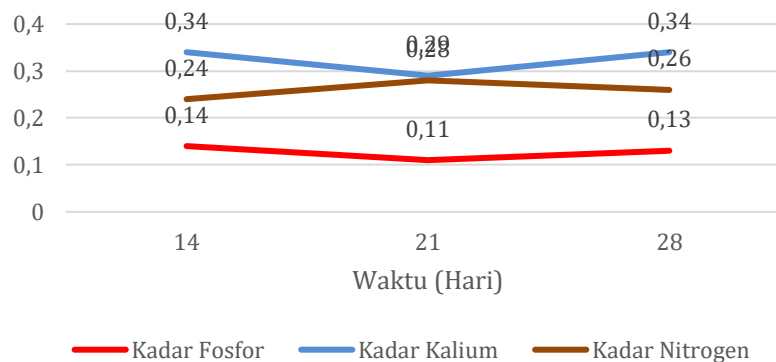
**Tabel 3. Hasil Analisa Kadar Kalium**

Hari ke-Aktivator	14	21	28
Tanpa aktivator	0,35	0,54	0,72
EM4	0,34	0,29	0,34
ACB	0,33	0,4	0,48
Kombinasi	0,37	0,36	0,53



**Gambar 1. Grafik pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan N,P,K tanpa Aktivator**

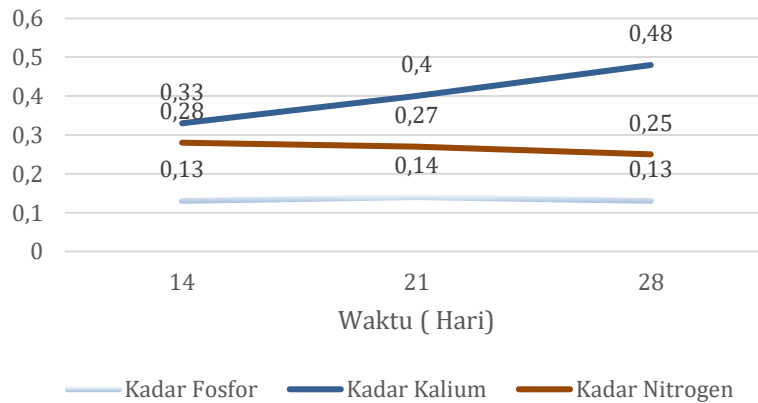
Berdasarkan hasil penelitian, Kadar Kalium (K) mengalami peningkatan yang konsisten dari 0,35% pada hari ke-14 menjadi 0,72% pada hari ke-28, menunjukkan bahwa proses dekomposisi semakin meningkatkan ketersediaan Kalium. Sebaliknya, kadar Nitrogen (N) cenderung mengalami penurunan dari 0,30% pada hari ke-14 menjadi 0,27% pada hari ke-28, yang diduga disebabkan oleh volatilisasi atau penggunaan Nitrogen oleh mikroba selama proses pengomposan. Sementara itu, kadar Fosfor (P) relatif stabil dengan sedikit fluktuasi, yaitu menurun pada hari ke-21 sebesar 0,12% namun kembali meningkat pada hari ke-28 sebesar 0,14%. Dengan demikian, waktu pengomposan berperan penting dalam memengaruhi ketersediaan unsur hara, terutama dalam meningkatkan kadar Kalium yang merupakan salah satu elemen esensial bagi pertumbuhan tanaman.



**Gambar 2. Grafik pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan N,P,K dengan Aktivator EM4**

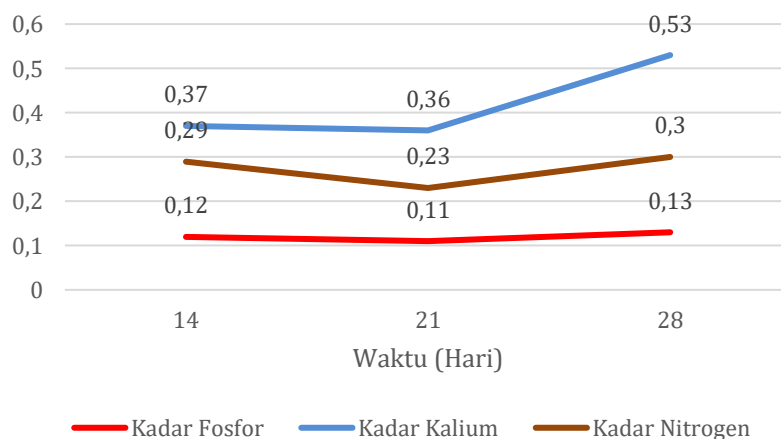
Berdasarkan grafik, kandungan unsur hara makro (N, P, dan K) menunjukkan variasi yang berbeda pada setiap durasi pengomposan. Kadar Kalium (K) relatif stabil, yaitu sebesar 0,34% pada hari ke-14, sedikit menurun menjadi 0,28% pada hari ke-21, lalu kembali naik menjadi 0,34% pada hari ke-28. Kadar Nitrogen (N) cenderung mengalami peningkatan dari 0,24% pada hari ke-14, naik menjadi 0,28% pada hari ke-21, kemudian sedikit menurun menjadi 0,26% pada hari ke-28. Sementara itu, kadar Fosfor (P) menunjukkan tren fluktuatif dengan penurunan dari 0,14% pada hari ke-14 menjadi

0,11% pada hari ke-21, lalu meningkat kembali menjadi 0,13% pada hari ke-28. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa proses pengomposan memengaruhi dinamika unsur hara, di mana Kalium cenderung lebih stabil, Nitrogen mengalami fluktuasi kecil namun tetap terjaga, sedangkan Fosfor mengalami penurunan pada pertengahan proses dan kembali meningkat menjelang akhir.



**Gambar 3. Grafik pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan N,P,K dengan Aktivator ACB**

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa kadar unsur hara makro mengalami perubahan selama proses pengomposan. Kadar Kalium (K) mengalami peningkatan yang cukup signifikan, dari 0,33% pada hari ke-14 menjadi 0,40% pada hari ke-21, dan terus naik hingga 0,48% pada hari ke-28. Kadar Nitrogen (N) menunjukkan tren penurunan, dari 0,28% pada hari ke-14, menurun menjadi 0,27% pada hari ke-21, dan kembali turun menjadi 0,25% pada hari ke-28. Sementara itu, kadar Fosfor (P) relatif stabil dengan sedikit fluktuasi, yaitu 0,13% pada hari ke-14, naik sedikit menjadi 0,14% pada hari ke-21, lalu kembali ke 0,13% pada hari ke-28. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa proses pengomposan cenderung meningkatkan kadar Kalium, sementara kadar Nitrogen sedikit menurun, dan Fosfor tetap stabil sepanjang periode pengomposan.



**Gambar 4. Grafik pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan N,P,K dengan kombinasi Aktivator EM4 dan ACB**

Berdasarkan grafik, kadar unsur hara makro mengalami perubahan yang berbeda selama proses pengomposan. Kadar Kalium (K) menunjukkan tren peningkatan signifikan, dari 0,37% pada hari ke-14, sedikit menurun menjadi 0,36% pada hari ke-21, kemudian meningkat tajam hingga mencapai 0,53% pada hari ke-28. Kadar Nitrogen (N) cenderung menurun dari 0,29% pada hari ke-14 menjadi 0,23% pada hari ke-21, namun kembali meningkat menjadi 0,30% pada hari ke-28. Sementara itu, kadar Fosfor (P) relatif stabil dengan sedikit fluktuasi, yakni 0,12% pada hari ke-14, turun ke 0,11% pada hari ke-21, lalu naik kembali menjadi 0,13% pada hari ke-28. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa Kalium mengalami peningkatan dominan, Nitrogen sempat menurun lalu pulih kembali, sedangkan Fosfor relatif konstan sepanjang waktu pengomposan,

Grafik ini menunjukkan bahwa kombinasi EM4 dan ACB memberikan hasil paling optimal di antara semua perlakuan. Kalium mengalami peningkatan signifikan, Nitrogen menunjukkan pemulihn yang baik, dan Fosfor, meskipun fluktuatif, tetap stabil. Kombinasi ini memberikan efek sinergis dalam mempercepat penguraian bahan organik dan meningkatkan kualitas akhir pupuk kompos, menjadikannya pendekatan yang menjanjikan dalam pengomposan limbah organik rumah tangga atau pertanian. Dengan demikian, penggunaan EM4 dan ACB secara bersamaan dapat direkomendasikan untuk memperoleh kompos dengan kandungan unsur hara makro yang lebih baik dan seimbang.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini mengungkapkan bahwa:

1. Waktu pengomposan berpengaruh terhadap dinamika unsur hara. Kalium (K) cenderung meningkat hingga hari ke-28, Nitrogen (N) menurun pada awal proses namun dapat pulih kembali pada minggu ke-4, sedangkan Fosfor (P) relatif stabil dengan sedikit fluktuasi. Secara keseluruhan, pengomposan 28 hari menghasilkan kandungan hara makro lebih baik dibanding 14 dan 21 hari.
2. Jenis aktivator memberikan peran penting terhadap kualitas kompos. EM4 efektif mempertahankan Nitrogen, ACB meningkatkan Kalium meski kurang optimal pada Nitrogen, sementara kombinasi keduanya menghasilkan kompos terbaik. Kombinasi EM4 dan ACB mampu meningkatkan Kalium, menjaga kestabilan Fosfor, serta mempertahankan Nitrogen sehingga terbukti paling optimal dalam menghasilkan kompos organik padat berkualitas tinggi dari limbah buah dan sayur.

#### Referensi

- [1] A Cai, M. X. (2019). *Manure acts as a better fertilizer for increasing crop yields than synthetic fertilizer does by improving soil fertility*. ELSEVIER, 188-169.
- [2] Taisa, R., & Purba, T. (2021). Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan. In A. Karim, *Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan* (pp. 41-48). Medan: Yayasan Kita Menulis.
- [3] Widyo Leksono, J. I. (2020). Inovasi Teknik Pengolahan Limbah Buah Dan Sayur Rumah Tangga. *Abidumasy: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 30-35
- [4] Haryanto, L., & Diani Tanjung, D. (2023). Pengolahan Limbah Organik. In L. I. Haryanto, *Pengelolaan Limbah Organik: Potensi Ekonomi Agen* (pp. 1-23). Jakarta:

Bintang Semesta media.

- [5] Antil, R.-T. (2011). *Compost Science & Utilization*, 33-43.
- [6] Briggs, S. (2008). Nitrogen supply and management in organic farming. *Institute of Organic Training & Advice: Research Review*, 1-30.
- [7] Kabasiita, J. (2022). *Decomposition and nutrient release patterns of municipal solid waste compost in two agro-ecological zones of Uganda. Agriculture & Food Security*, 1-14.
- [8] Dr. Ir. Nurdjannah, S. M. (2024). *Pengolahan Limbah Organik Menjadi Pupuk Organik*. Yayasan pendidikan cendekia muslim.
- [9] Rapika Tanti Harahap, T. S. (2015). Penggunaan Beberapa Sumber dan Dosis Aktivator Organik Untuk Meningkatkan Laju dekomposisi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit . *jurnal Online Agroekoteaknologi* . ISSN No. 2337- 6597 Vol.3, No.2 , 581-589.
- [10] Álvarez-Alonso, C. C. (2022). *Carbon and Nitrogen Mineralisation in Soils and Nutrient Efficiency of Digestates from Fruit and Vegetable Wastes. Journal of Soil Science and Plant Nutrition*.
- [11] Wandhira, A. A. (2021). Pengaruh Penambahan EM4 dan Air Cucian Beras terhadap Kecepatan Proses Pengomposan Limbah Organik Rumah Tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (UAD)*, 167-175.
- [12] A.G.Kartasapoetra, M. M. (2002). *Pengantar ilmu tanah*. Rineka cipta.
- [13] Dyah Triasih, D. &. (2018). Pengaruh Level Konsentrasi Penambahan Mikroorganisme Lokal Air Cucian Beras terhadap Kualitas Pupuk Organik. . *Jurnal Agribios*, 123-130.
- [14] Sembiring, M. (2024). Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Kulit Nanas Dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan*, 90-99.
- [15] Annisa'ul Baroroh. (2016). Analisis kandungan unsur hara makro pada pupuk kompos dari serasah daun bambu dan limbah padat pabrik gula (blotong). *UNS-F. MIPA Jur. Biologi*.
- [16] Badan Standarisasi Nasional. (2024). *Pupuk organik padat*. Rancangan Standar Nasional Indonesia 3.
- [17] Sulaeman, Suparto., & Eviati. (2005). *Petunjuk Teknik Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air Dan Pupuk*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.