

Pengaruh Konsentrasi *Effective Microorganism* (EM4) dan Frekuensi Pembalikan terhadap Kualitas Kompos dari Sampah Organik (Studi Kasus di Rumah Pengomposan Wonorejo Surabaya)

Nimas Mayang Sabrina Sunyoto*, Muhammad Fikri Prasetyo, Diyah Purwanti, Dinda Agustin Pratiwi, Ika Atsari Dewi, dan Nur Hidayat

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Agroindustri dan Biosistem, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia; e-mail: nimas.sunyoto@ub.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dan permukiman padat di Surabaya menyebabkan peningkatan volume sampah dari 1.075 ton per hari pada tahun 2011 menjadi 2.600 ton per hari pada tahun 2021. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemerintah terus berinovasi melalui penambahan fasilitas pengelolaan sampah dan pembangunan Rumah Kompos, salah satunya Rumah Kompos Wonorejo. Selama ini, proses pengomposan dilakukan selama satu bulan tanpa penambahan bioaktivator sehingga proses berlangsung lebih lambat dan kualitas kompos kurang optimal. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *Effective Microorganism* 4 (EM4) sebagai aktivator. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh konsentrasi EM4 dan frekuensi pembalikan terhadap produksi kompos serta menentukan perlakuan terbaik untuk menghasilkan kompos dengan karakteristik terbaik. Parameter yang diamati meliputi pH, suhu, kadar air, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), C-organik, dan rasio C/N. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor, yaitu konsentrasi EM4 (0,1; 0,3; dan 0,5% v/b) dan frekuensi pembalikan (1, 3, dan 5 hari sekali) selama satu bulan, sehingga diperoleh 9 kombinasi perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan. Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), sedangkan perlakuan terbaik ditentukan menggunakan *Multiple Attribute*. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi EM4 berpengaruh terhadap suhu dan kadar N, sedangkan frekuensi pembalikan berpengaruh terhadap suhu, N, P, dan C-organik. Perlakuan terbaik adalah EM4 0,3% dengan pembalikan setiap 3 hari (E2D2), menghasilkan kadar air 31,5%; N 1,76%; P 0,5%; K 1,9%; C-organik 29,68%; dan rasio C/N 16,8:1.

Kata kunci: *Effective Microorganism* (EM4), Frekuensi Pembalikan, Kompos, Kualitas Kompos

ABSTRACT

Population growth and high-density settlements in Surabaya have contributed to an increase in municipal solid waste generation, from 1,075 tons per day in 2011 to 2,600 tons per day in 2021. To address this issue, the local government has continued to improve waste management facilities and establish composting centers, including the Wonorejo Composting Facility. Composting at this facility has generally been conducted for one month without the addition of bioactivators, resulting in a relatively slow composting process and suboptimal compost quality. Therefore, this study employed *Effective Microorganism* 4 (EM4) as a bioactivator. The study aimed to analyze the effects of EM4 concentration and turning frequency on compost production and to determine the best treatment for producing compost with optimal characteristics. The observed parameters included pH, temperature, moisture content, nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), organic carbon, and C/N ratio. The experiment was conducted using a randomized block design with two factors: EM4 concentration (0.1, 0.3, and 0.5% v/w) and turning frequency (every 1, 3, and 5 days) for one month, resulting in nine treatment combinations with three replications each. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), while the best treatment was determined using the Multiple Attribute method. The results showed that EM4 concentration significantly affected compost temperature and nitrogen content, whereas turning frequency significantly affected temperature, nitrogen, phosphorus, and organic carbon content. The best treatment was obtained using 0.3% EM4 with turning every 3 days (E2D2), resulting in compost with a moisture content of 31.5%, N of 1.76%, P of 0.5%, K of 1.9%, organic carbon of 29.68%, and a C/N ratio of 16.8:1.

Keywords: Compost, Compost Quality, *Effective Microorganism* (EM4), Turning Frequency

Citation: Sunyoto, N. M. S., Prasetyo, M. F., Purwati, D., Pratiwi, D. A., Dewi, I. A., dan Hidayat, N. (2026). Pengaruh Konsentrasi *Effective Microorganism* (EM4) dan Frekuensi Pembalikan terhadap Kualitas Kompos dari Sampah Organik (Studi Kasus di Rumah Pengomposan Wonorejo Surabaya). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(4), 991-1002, doi: 10.14710/jil.24.4.991-1002

1. PENDAHULUAN

Kota Surabaya, sebagai salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia, mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat. Menurut data Pratama dan Fitriyah (2021), pada tahun 2021 jumlah penduduk Surabaya diperkirakan mencapai 3,07 juta jiwa, yang menghasilkan sekitar 2.600 ton sampah per hari. Peningkatan volume sampah yang signifikan ini menimbulkan tantangan besar bagi pemerintah kota dalam hal pengelolaan sampah dan mitigasi dampak negatifnya terhadap lingkungan.

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, Pemerintah Kota Surabaya telah melaksanakan sejumlah inovasi, salah satunya adalah melalui pembangunan Rumah Kompos sebagai fasilitas pengelolaan sampah organik. Program ini bertujuan untuk mengurangi beban tempat pembuangan akhir (TPA) dengan mengolah sampah organik, seperti sampah daun, sampah kayu, dan sampah pasar, sehingga sampah tersebut tidak perlu dibuang ke TPA. Hingga saat ini, Kota Surabaya telah membangun 26 unit Rumah Kompos yang tersebar di berbagai lokasi strategis, dengan harapan dapat mengelola sampah organik secara lebih efisien dan efektif (Fielrantika dan Dhera, 2017).

Namun demikian, meskipun Rumah Kompos memiliki potensi yang signifikan dalam pengelolaan sampah organik, terdapat berbagai kendala yang mempengaruhi optimalitas operasionalnya. Salah satu kendala utama adalah belum optimalnya proses pengomposan yang dilakukan di Rumah Kompos Wonorejo, salah satu unit Rumah Kompos yang terletak di Surabaya Timur. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi pengomposan diantaranya adalah keterbatasan alat pencacahan sampah, ketidakcukupan penyiraman, serta kurangnya penggunaan Effective Microorganism 4 (EM4) sebagai aktivator mikroorganisme dalam proses pengomposan. Selain itu, tidak adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) yang baku dalam pembuatan kompos juga menjadi hambatan dalam pencapaian hasil yang terstandarisasi, baik dari segi kualitas maupun kuantitas kompos yang dihasilkan.

Pemanfaatan EM4 dalam proses pengomposan memiliki peranan yang sangat penting. EM4 berfungsi sebagai aktivator mikroorganisme yang dapat mempercepat dekomposisi bahan organik serta memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan mikroorganisme yang bermanfaat. Selain itu, proses pembalikan sampah juga sangat berpengaruh dalam mempercepat proses pengomposan. Pembalikan dilakukan untuk menstabilkan kondisi oksigen, kelembaban, suhu, dan pH kompos, serta mengurangi kandungan zat asam dalam kompos, sehingga mempercepat proses dekomposisi dan menghasilkan kompos yang berkualitas (Utomo dan Nurdiana, 2018).

EM4 mengandung mikroorganisme berupa bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), ragi (*Saccharomyces sp.*), *Actinomyces*, dan jamur fermentasi (*Aspergillus* dan

Penicilium) (Addinsyah dan Herumurti, 2017). Mikroorganisme dalam EM4 terdiri dari mikroorganisme lignolitik dan selulolitik, yang keduanya memiliki peran penting dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Mikroorganisme lignolitik membantu mendegradasi lignin yang ada pada bahan baku seperti daun, sementara mikroorganisme selulolitik berperan penting dalam mendegradasi selulosa yang terdapat pada sampah pasar dan daun. Dengan demikian, EM4 sangat cocok digunakan untuk pengomposan bahan baku yang mengandung kombinasi lignin dan selulosa, seperti sampah organik yang digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan permasalahan yang ada, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan EM4 dan frekuensi pembalikan terhadap produksi kompos di Rumah Kompos Wonorejo. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan rekomendasi teknis mengenai pengelolaan sampah organik yang lebih efisien dan efektif, serta dapat meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan. Dengan demikian, penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada upaya pengelolaan sampah organik yang lebih berkelanjutan di Kota Surabaya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kompos Wonorejo Surabaya, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juli hingga Desember 2022. Pengomposan dilakukan di Rumah Kompos Wonorejo Surabaya, Jawa Timur, sedangkan pengujian dilaksanakan pada Laboratorium Bioindustri Departemen Teknologi Industri Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur. Sedangkan untuk pengujian N, P, K, C/N rasio, dan C-organik dilakukan di Laboratorium Balai Teknologi Pertanian Jawa Timur.

2.2. Alat dan Bahan

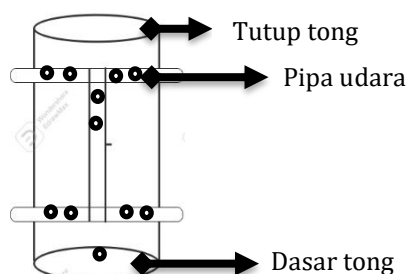
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu mesin pencacah, mesin ayak, sekop, ember atau tong komposter, dan timbangan untuk alat laboratorium alat soil tester (gabungan dari alat pengukuran pH, suhu, kadar air, dan intensitas cahaya). Bahan yang dipakai penelitian ini yaitu limbah daun dan sampah pasar, EM4 dan air. Bahan yang digunakan adalah sampah daun dan sampah pasar Keputran di Rumah Kompos Wonorejo di Kota Surabaya.

2.3. Cara Kerja

Penelitian dirancang dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 2 faktor. Faktor pertama pemberian EM4 terdiri atas konsentrasi 0,1% v/b (E1), 0,3% v/b (E2), dan 0,5% v/b (E3), dan faktor kedua dengan pembalikan 1 hari sekali (D1), 3 hari sekali (D2), dan 5 hari sekali (D3) selama 1 bulan, sehingga didapatkan 9 kali kombinasi perlakuan yaitu E1D1, E2D1, E3D1, E1D2, E2D2, E3D2, E1D3, E2D3,

dan E3D3. Setiap perlakuan akan dilakukan tiga kali ulangan, sehingga akan terdapat 27 satuan percobaan. Dalam penelitian disediakan juga perlakuan kontrol yang merupakan hasil proses pengomposan yang dilakukan dengan metode Rumah Kompos Wonorejo, yaitu tanpa penambahan EM4 dan pembalikan dilakukan pembalikan hanya dilakukan satu minggu sekali. Lamanya proses pengomposan adalah 1 bulan.

Tong komposter merupakan alat pengolahan sampah organik rumah tangga yang memanfaatkan tong bekas terbuat dari plastik yang di lubangi kanan, kiri, dan bawahnya. Komposter yang digunakan pada penelitian dengan kapasitas 20 liter, bagian kanan dan kiri dimasukkan pipa 1 dm yang panjangnya 40 cm dan sudah dilubangi lalu dipotong menjadi dua masing-masing panjang pipa 20 cm, pipa tersebut terhubung satu sama lain dengan menggunakan tee sehingga udara dapat berputar didalam tong, disamping itu juga bagian bawah tong dilubangi untuk keluarnya air lindi pada saat pengomposan.



Gambar 1. Tong Komposter

Prosedur pembuatan kompos mengacu pada metode dari penelitian Rahma et al. (2016) dengan modifikasi penggunaan mesin penggiling pada proses pengecilan ukuran. Tahap pertama semua barang disiapkan lalu dilakukan pengambilan bahan baku sampah pasar yang berasal dari pasar Keputran, limbah yang dihasilkan yaitu sampah sisa sayuran sedangkan untuk daunnya merupakan hasil perantingan yang ada di jalan raya. Tahap selanjutnya pengecilan ukuran untuk proses pengomposannya lebih cepat dan untuk pencampuran antara sampah daun dan sampah pasar sehingga merata. Tahap selanjutnya penimbangan untuk menentukan berat yang akan dimasukan kedalam tong kompos sehingga tidak melebihi kapasitas dari tong yang sudah ada, lalu sampah yang sudah ditimbang dihasilkan seberat 4 kg dimasukkan kedalam tong bahan sudah masuk dalam tong sebelum dilakukan penuangan dari EM4 tersebut dengan dilakukan pengaktifkan EM4 dengan mencampurkan air pada masing-masing konsentrasi 0,5% v/b, 0,3% v/b, dan 0,1% v/b sehingga mikroorganisme yang terkandung pada EM4 sehingga dapat bekerja dengan baik dengan konsentrasi sudah ditentukan, lalu disiramkan dan dicampur pada tong

komposter yang sudah diisi oleh sampah daun dan sampah pasar. Cara pengenceran larutan EM4 pada masing-masing perlakuan.

Pengomposan dilakukan pada suhu ruang. Selanjutnya dilakukan pembalikan 1 hari sekali, 3 hari sekali, dan 5 hari sekali selama 1 bulan hingga menjadi kompos. Lalu kompos yang telah matang dianalisis yaitu mencakup dari pengukuran suhu, pH, kadar air, C/N rasio, N,P,K dan C-Organik pada kompos. kemudian diayak supaya menjadi halus baru kemudian dikemas dengan plastik dan siap dipasarkan.

Pengolahan dan analisis data disesuaikan dengan metode ANOVA, uji DMRT dan pengambilan keputusan *Multiple Attribute*. Uji ANOVA dan uji DMRT statistik untuk sebuah pengambilan sampel yang akan diteliti sehingga didapatkan hasil perlakuan yang terbaik dari pematangan kompos. Pengambilan keputusan *Multiple Attribute* untuk keputusan kematangan dari kompos tersebut dengan menyajikan sebuah tabel untuk perlakuan yang berbeda-beda untuk perlakuan terbaik yang sesuai standar SNI (Kurniawan et al., 2013).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Campuran Limbah Sampah dan Daun

Berdasarkan pengamatan di lapangan volume sampah pada Rumah Kompos Wonorejo setiap harinya menerima sampah Pasar Keputran, Pasar Tambak Rejo, Pasar Sopoyono, Pasar DTC, dan sampah hasil cacahan. Rumah Kompos Wonorejo juga menerima sampah perantingan yang tersebar di sekitar Rumah Kompos.

Setiap minggunya, sampah pasar yang masuk ke rumah kompos Wonorejo seberat 39.810 kg, sedangkan sampah daun 16.945 kg, sehingga pada penelitian diambil dengan perbandingan sampah 3:1 dengan rincian 3 kg sampah pasar dan 1 kg sampah daun. Berdasarkan (Tabel 1) didapatkan pada penelitian diambil perbandingan untuk campuran limbah sampah pasar dan daun sebesar 3:1, cara pencampuran dari sampah pasar dan daun dilakukan diluar tong komposter dengan menimbang secara terpisah dan dilakukan pemotongan untuk memperkecil ukuran dengan manual dengan menggunakan pisau.

Penelitian ini dilakukan dengan tiga kali ulangan dengan masing-masing tong diisi 4 kg bahan sampah pasar dan perantingan dan telah tercampur. Proses pengujian kandungan bahan yang ada dikompos dilakukan pengujian fisik berupa uji pH, suhu, kadar air, dan pematangan sedangkan penguji kimia berupa uji C/N rasio, Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), dan C-Organik. Hasil uji pada sampel awal dapat dilihat pada (Tabel 2).

Tabel 1. Pengamatan 1 Minggu Sampah Pasar dan Sampah Daun

Tanggal	Jumlah Sampah Pasar (kg)	Jumlah Sampah Daun (kg)
8 Agustus 2022	8040	-
9 Agustus 2022	7340	2070
10 Agustus 2022	1680	-
11 Agustus 2022	10030	1320
12 Agustus 2022	2100	6115
13 Agustus 2022	1600	7440
14 Agustus 2022	9020	-

Sumber data: Data Lapangan, 2022

Tabel 2. Hasil Uji Kimia dan Fisik pada sampel Awal

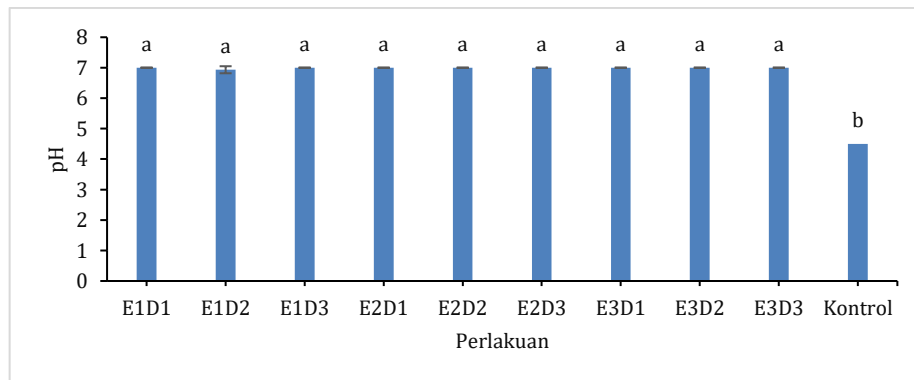
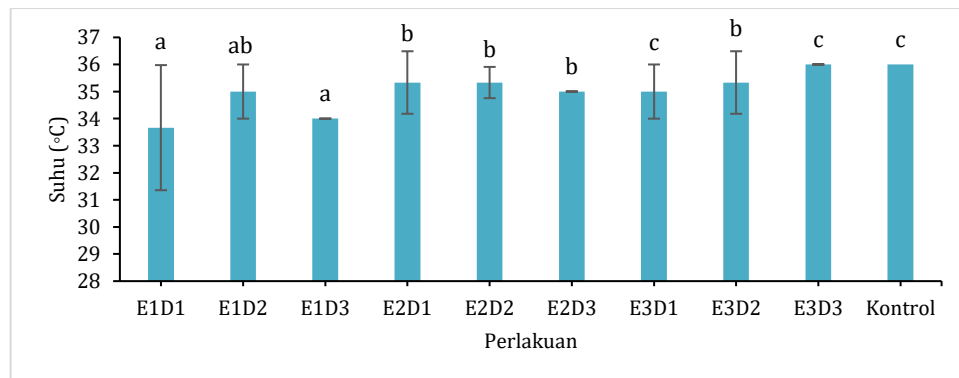
Uji	Perlakuan		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Kimia			
N (%)	1,369	0,914	1,351
P (%)	0,400	0,260	0,610
K (%)	0,376	0,217	0,283
C/N Rasio	9,8:1	13,1:1	8,78:1
C-Organik (%)	13,443	12,071	11,869
Fisik			
pH	6,8	7	7
Suhu (°C)	32	32	32
Kadar Air (%)	33,258	66,305	49,749

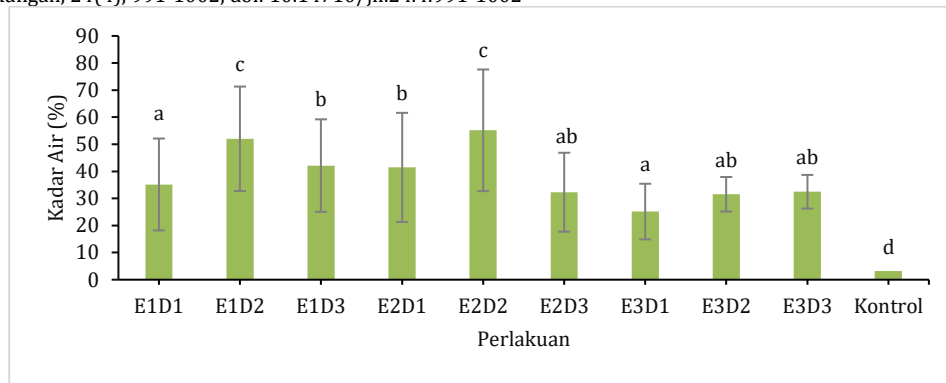
Sumber data: Data Lapangan, 2022

Tabel 3. Hasil Pengomposan Sampah Pasar dan Daun pada Perlakuan Terbaik

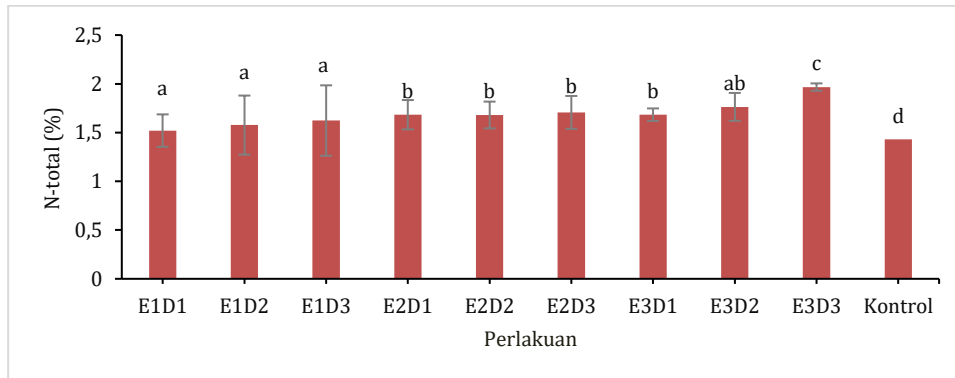
Parameter	Satuan	Pupuk SNI	Kompos Wonorejo	Kompos Sampah Daun dan Pasar	Keterangan
Kadar air	%	50	3,2	31,53	Lebih rendah
pH	-	6,8-8	4,5	7	Sesuai
Suhu	°C	-	36	35	-
N-Total	%	Min. 0,4	1,43	1,76	Lebih tinggi
Fosfor	%	Min. 0,1	1,63	0,5	Lebih tinggi
Kalium	%	Min. 0,2	0,74	1,92	Lebih tinggi
C/N rasio	-	10:1-20:1	15,55:1	16,8:1	Sesuai
C-Organik	%	9,8-32	22,3	29,68	Sesuai

Sumber data: Olah Data Lapangan, 2022

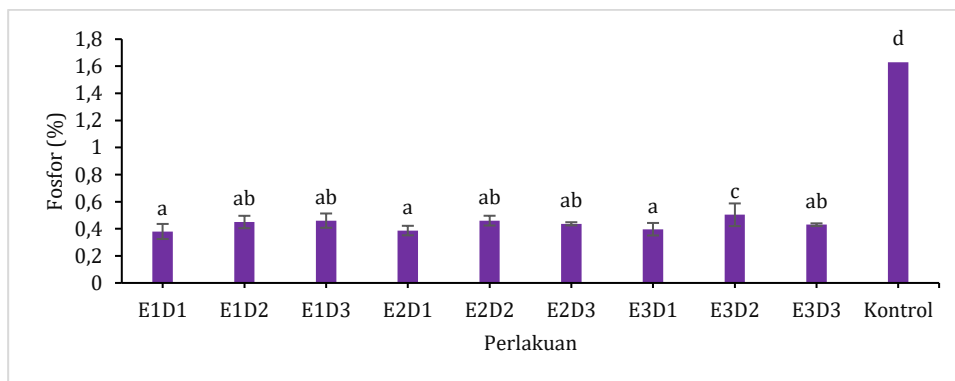
**Gambar 2.** Grafik Uji pH pada Kompos**Gambar 3.** Grafik Uji Suhu pada Kompos



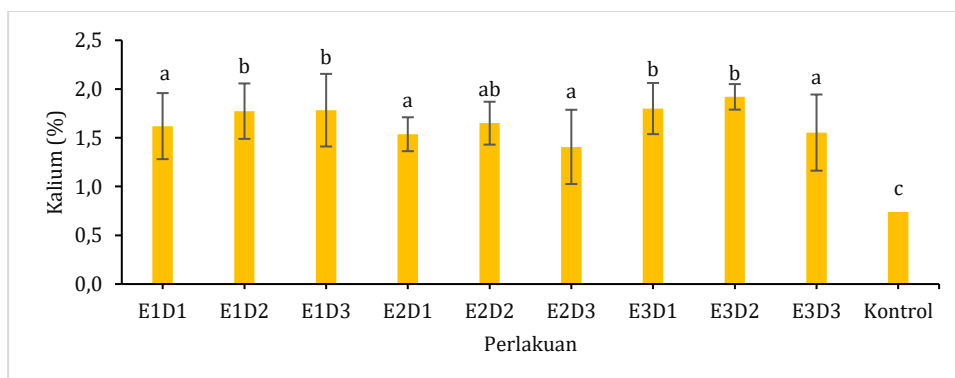
Gambar 4. Grafik Uji Kadar Air pada Kompos



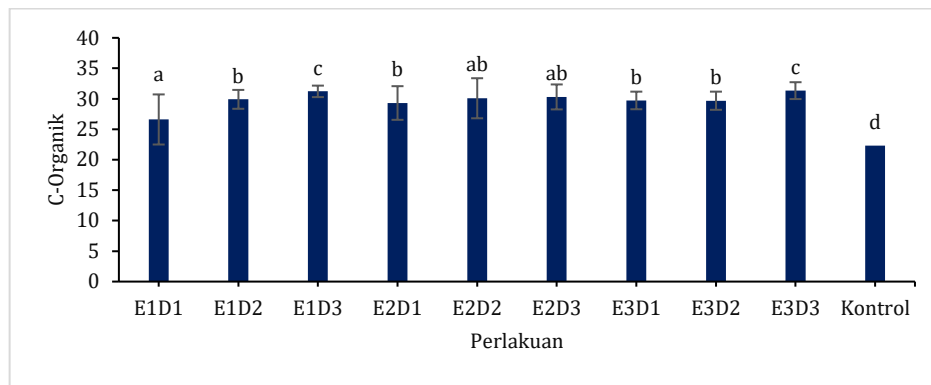
Gambar 5. Grafik Uji Kimia N-total pada Kompos



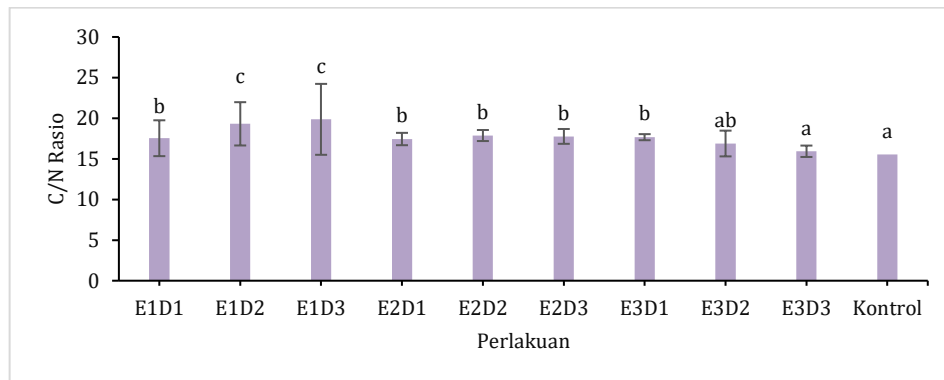
Gambar 6. Grafik Uji Kimia Fosfor pada Kompos



Gambar 7. Grafik Uji Kalium pada Kompos



Gambar 8. Grafik Uji C-Organik pada Kompos



Gambar 9. Grafik Uji C/N Rasio pada Kompos

Pada (Tabel 2) menunjukkan hasil N, P, K, C/N rasio, C-Organik, pH, Suhu, dan Kadar air pada kompos. Berdasarkan Ayilara et al. (2020) hasil pengujian awal pada penelitian ini ulangan 1 dan ulangan 2 belum sesuai dengan SNI dikarenakan rentang kadar air optimum dalam pengomposan untuk bahan pengomposan harus dijaga antara 40% sampai 60% sehingga ulangan 1 dan 2 belum terpenuhi dan masih diambang bawah kasar air optimum, sedangkan pada ulangan 3 sudah mencapai kadar air optimum didalam proses pengomposan sehingga telah sesuai berdasarkan literatur.

Berdasarkan Tumimbang et al. (2016) hasil pengujian awal pada penelitian ini ulangan 1, ulangan 2, dan ulangan 3 sudah sesuai literatur dimana nilai uji N > SNI sudah sesuai dikarenakan nilai minimal SNI 0,4% untuk uji Nitrogen. Menurut Arthawidya et al. (2017) kadar C-Organik pada kompos minimal 9,8% sedangkan pada ulangan 1, 2, dan 3 sudah sesuai dengan SNI dikarenakan kadar C-Organik sudah melebihi atau hasil dari pengujiannya diatas batas minimal.

Menurut Amnah dan Friska (2019) nilai C/N rasio pada kompos menurut SNI minimal 10 sampai maksimal 20 pada pengujian sampel awal didapatkan pada ulangan 1 dan ulangan 3 belum memenuhi nilai maksimal dan minimal sedangkan ulangan 2 sudah sesuai berdasarkan literatur. Sedangkan nilai uji Nitrogen menurut SNI minimal 0,4 % sehingga pada setiap ulangan sudah sesuai dengan literatur. Menurut Amalia dan Widyianingrum (2016) nilai Phosphor pada SNI minimal 0,1% pada pengujian disetiap ulangan telah sesuai dengan literatur

dikarenakan tidak adanya batas maksimal pada hasil uji phosphor untuk pupuk kompos. Sedangkan untuk uji K nilai minimal yang terdapat pada SNI 0,2% pada pengujian sampel awal kompos didapatkan nilai disetiap ulangan telah sesuai dengan literatur dimana tidak adanya nilai maksimal dari uji K pada kompos sehingga hasilnya memenuhi standar.

Menurut Kusmiyarti (2013) suhu dan pH pada kompos sangatlah berpengaruh sehingga mikroorganisme dapat mengurai dengan baik, standar hasil uji SNI pada kompos didapatkan pH 6,8-8 dan suhu 26-30°C pada hasil penelitian setiap ulangan didapatkan pH telah sesuai dengan literatur dimana rentang pH telah stabil sehingga mikroorganisme dapat mengurai dengan baik dan sedangkan nilai suhu belum sesuai dengan literatur pada setiap ulangan terjadinya kenaikan suhu pada kompos. Pengujian pada pH dan suhu dilakukan di rumah Kompos Wonorejo secara langsung dengan menggunakan alat *soil tester* dan tidak hanya itu proses juga menghasilkan air lindi, air lindi tersebut ditampung pada bak penampungan sehingga dapat digunakan untuk pupuk organik cair.

3.2. Kualitas Fisik Kompos

3.2.1. pH

Pengukuran pH didapatkan dengan hasil seperti yang dapat dilihat pada (Gambar 2). pH pada akhir pengomposan didapatkan hasil yang sama pada setiap perlakuan nilai rata-rata pH kompos sebagai perlakuan pada akhir penelitian adalah 7, kecuali kontrol yang memiliki pH 4,5. pH tidak berpengaruh secara signifikan pada faktor penambahan

konsentrasi EM4 dan frekuensi pembalikan. Hasil analisis ragam pada uji Anova menunjukkan hasil nilai sig pada frekuensi pembalikan didapatkan hasil 0,39 (sig > 0,05), sedangkan pada EM4 didapatkan nilai sig yang sama 0,39 (sig > 0,05) dapat disimpulkan tidak adanya interaksi antar faktor, sehingga tidak diperlukan adanya uji lanjut.

Pada akhir pengomposan, seluruh perlakuan menghasilkan pH kompos yang mendekati netral (6,9 – 7,0). Meningkatnya pH pada kompos hingga akhir waktu pengomposan disebabkan oleh amonia dan gas nitrogen, sehingga nilai pH berubah menjadi basa karena adanya aktifitas dari bakteri metanogen (Siagian et al., 2021). Pada kontrol terjadi penurunan pH dikarenakan adanya aktivitas bakteri alami dari sampah pasar yaitu *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, dan *Pediococcus* yang dapat merombak gula yang terdapat pada sayuran menjadi asam laktat yang membatasi pertumbuhan mikroorganisme yang lain dan menyebabkan temperatur naik. Hal tersebut pada akhirnya menghasilkan asam organik yang menyebabkan pH menurun (Utama et al., 2013).

Berdasarkan Setyaningsih et al. (2017), terjadinya penurunan pH dikarenakan adanya mikroorganisme lain yang ikut tercampur dan menimbulkan bau yang tidak sedap dan aktivitas mikroorganisme menjadi melambat. pH kontrol lebih rendah dikarenakan sebagian mikroorganisme perombak mati disebabkan bahan organik yang ada telah habis dan dipengaruhi lamanya pengomposan sedangkan pada perlakuan terjadi kenaikan dikarenakan terjadinya penguraian dari kadar protein menjadi ammonia (NH₃) (Widarti et al., 2015). Maka dari itu untuk kontrol tidak sesuai dengan nilai standar SNI dimana pada standar SNI bahwa nilai pH kompos yang telah matang dengan pH netral yaitu 7.

3.2.2. Suhu

Hasil pengukuran suhu kematangan pada kompos berkisar pada suhu 31°C hingga 36°C menunjukkan adanya perbedaan suhu kematangan kompos dari setiap perlakuan (Gambar 3). Hasil pengujian suhu pengomposan dengan kisaran 31°C hingga 36°C menunjukkan bahwa mikroba mesofilik adalah mikroba yang aktif dalam pengomposan. Mikroba mesofilik mampu hidup pada suhu berkisar 20°C hingga 35°C berperan aktif dalam pendegradasi pengomposan sehingga dapat menghasilkan kalor yang mampu mengeluarkan CO₂ dan proses pengambilan O₂ dalam tumpukan kompos sampai mencapai suhu maksimum (Azizah et al., 2017). Selama proses pengomposan terjadi mikroorganisme melepaskan panas dan energi, panas yang dihasilkan dapat menginaktivasi mikroorganisme patogen sehingga suhu meningkat dan dapat menguraikan bahan organik selama proses pengomposan. Pengukuran suhu sangat penting untuk menilai proses pengomposan (Kulcu dan Yaldiz, 2014).

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antar faktor, namun adanya beda nyata antar

konsentrasi EM4 terhadap suhu, sehingga diperlukan adanya uji lanjut (Post Hoc Test) menggunakan uji DMRT dengan $\alpha = 0,05$. Hasil uji lanjut menunjukkan pengaruh konsentrasi EM4 dan frekuensi pembalikan terhadap suhu.

Berdasarkan (Gambar 3) dapat diketahui bahwa penambahan EM4 mampu mempengaruhi nilai suhu selama proses pengomposan, sehingga dapat ditunjukkan nilai rerata suhu tertinggi 0,1% yaitu 34,22°C, sedangkan pada konsentrasi EM4 0,3% dan 0,5% tidak terdapat perbedaan rerata pada suhu secara signifikan. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi EM4 menyebabkan peningkatan terhadap suhu, namun pada konsentrasi EM4 0,3% dan 0,5% tidak berbeda secara signifikan sehingga diambil yang terbaik yaitu pada konsentrasi EM4 0,1%. Hal tersebut sudah sesuai literatur bahwa cepat atau lambatnya proses pengomposan di pengaruhi oleh faktor konsentrasi EM4 dengan bahan baku yang sama (Sulistiyani et al., 2017).

3.2.3. Kadar Air

Hasil pengukuran pengaruh konsentrasi EM4 dan faktor pembalikan terhadap rata-rata kadar air pada kompos yang sudah matang ditunjukkan pada (Gambar 4). Nilai rata-rata cenderung fluktuatif dengan hasil disetiap perlakuan berkisar antara 25% hingga 55%. Rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan E2D2 bernilai 55,16% dan terendah E3D1 bernilai 25,16%, sedangkan pada nilai kadar air kontrol dan pada perlakuan E3D1 belum memenuhi standar dimana hasil uji kadar air sangat rendah sehingga hasil kompos tersebut kering. Kadar air kompos yang dihasilkan pada setiap perlakuan telah memenuhi standar SNI, kecuali perlakuan kontrol yang menghasilkan kompos dengan nilai kadar air 3,20%.

Dari hasil uji kadar air pada kompos matang, diketahui tidak adanya pengaruh konsentrasi EM4 dan faktor pembalikan terhadap kadar air kompos yang sudah matang. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antar faktor, sehingga tidak diperlukan adanya uji lanjut. Menurut Andriany et al. (2018) air yang dihasilkan oleh mikroorganisme pada proses pematangan pada kompos semakin lama akan hilang dikarenakan adanya evaporasi kedalam udara dan juga pada proses pembalikan tumpukan sangat berpengaruh dimana jika tumpukan terlalu lembab maka menutupi pori-pori udara maka dekomposisi makin melambat. Berdasarkan Widarti et al. (2015), kadar air dari beberapa sampel kompos yang dilakukan pada penelitian ini belum sesuai dengan standar SNI 19-7020-2004. Kadar air pada pengomposan aerob didapatkan rentang nilai optimal 50-60%. Pengomposan berlangsung lambat jika kadar air di bawah 50%, sedangkan kompos akan kehilangan unsur hara dan terjadi penurunan pada volume udara sehingga kadar air bila melebihi 60%. Hal ini berdampak pada penurunan aktivitas dari

mikroorganisme, selain itu terjadinya fermentasi anaerob yang dapat menyebabkan bau yang tidak sedap.

Menurut Azizah et al. (2017), semakin lama proses pengomposan, kandungan air dalam kompos akan menguap akibat dari adanya panas yang terdapat dalam kompos, pengadukan diperlukan untuk mengurangi panas sehingga mikroorganisme dapat mengubah protein menjadi unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Kadar air atau kelembaban yang baik pada saat kematangan kompos dengan rentang 50-55% sehingga mikroorganisme dapat maksimal dalam penguraian (Ruggero et al., 2019). Berdasarkan Andriany et al. (2018), air yang dihasilkan oleh mikroorganisme pada saat proses pengomposan akan menghilang diakibatkan adanya proses evaporasi ke dalam aliran udara didalam pembuatannya bahan kompos sering lebih kering pada saat kondisi tropis dari beriklim sedang. Bahkan akan mengering lebih cepat seperti kontrol yang kadar airnya 3,2%, sehingga diperlukan adanya penyiraman dalam proses pengomposan.

3.3. Kualitas Kimia Kompos

3.3.1. Nitrogen Total

Gambar 5 menunjukkan pada pengujian kadar N total menunjukkan nilai N total pada kompos yang dihasilkan. Nilai N-total berkisar antara 1,5 – 2,0%. Kadar N total pada kompos yang dihasilkan telah sesuai dengan SNI. Hasil dari uji nitrogen jauh lebih tinggi dibandingkan pada sampel awal (Tabel 2).

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antar faktor, namun adanya beda nyata antar konsentrasi EM4 terhadap N-Total, sehingga diperlukan adanya uji lanjut (Post Hoc Test) menggunakan uji DMRT dengan $\alpha = 0,05$. Hasil uji lanjut menunjukkan pengaruh frekuensi pembalikan terhadap N-Total dan pengaruh EM4 terhadap N-Total.

Berdasarkan uji pengaruh pemberian EM4 terhadap N total dapat diketahui bahwa penambahan konsentrasi EM4 mempengaruhi nilai N-Total selama proses pengomposan. Hal tersebut berdasarkan Hija et al. (2021) penambahan pada konsentrasi EM4 0,3% yang lebih baik dikarenakan mikroorganisme dapat mengurai bahan organik lebih baik dibandingkan dengan penambahan konsentrasi EM4 0,5%.

Hasil pengujian N-total menunjukkan kenaikan tertinggi pada perlakuan penambahan konsentrasi EM4 0,5% dengan faktor pembalikan 5 hari (E3D3) sekali mempunyai nilai rata-rata 1,96%. Hal tersebut menunjukkan adanya aktivitas mikroba yang berasal dari EM4 dalam mendegradasi bahan kompos hal tersebut telah sesuai pernyataan Azizah et al. (2017) bahwa pada fase pengomposan sampai fase aktif akan terjadi peningkatan konsentrasi N dalam bentuk $\text{NH}_4\text{-N}$. Bertambahnya mikroorganisme dengan penambahan EM diharapkan mampu mempercepat pengomposan dan pada proses pengomposan terjadi penguraian dari bahan kompos mengalami penguraian yang menyebabkan karbohidrat yang

merupakan sumber makanan dari mikroorganisme dapat dirombak menjadi senyawa N yang larut menjadi ammonia menjadi meningkat (Ratrinia et al., 2014). Selanjutnya terjadi penurunan dari konsentrasi N kembali selama proses pengomposan. Peningkatan kadar nitrogen disebabkan padatan tervolatil atau bahan organik terdegradasi lebih besar dibanding NH_3 yang tervolatilisasi. Seiring berjalannya dekomposisi bahan organik maka nilai nitrogen total akan semakin berkurang. Nilai akhir N-total pada seluruh kompos telah memenuhi SNI 19-7030-2004 kadar N-total lebih dari 0,4%.

3.3.2. Fosfor

Dari hasil uji pada fosfor (Gambar 6) diperoleh nilai terbesar pada perlakuan E3D2 sebesar 0,5% sedangkan nilai terkecil E1D1 0,38%. Pada pengujian fosfor dihasilkan nilai dari kontrol sebesar 1,63%, hal ini berkaitan dengan efek konsentrasi selama proses pengomposan. Selama dekomposisi, sebagian bahan organik mengalami kehilangan massa, terutama melalui pelepasan karbon sebagai CO_2 , sedangkan fosfor relatif tertahan dalam bahan kompos. Kondisi tersebut menyebabkan fosfor menjadi lebih terkonsentrasi sehingga kadar P yang dinyatakan dalam satuan konsentrasi dapat meningkat. Selain itu, meskipun tidak diberi EM4, proses pengomposan tetap berlangsung melalui aktivitas mikroorganisme indigenous yang dapat berperan dalam transformasi dan mineralisasi fosfor (Wei et al., 2015). Penambahan dari mikroorganisme EM4 yang bervariasi tidak menyebabkan terjadinya naiknya dan turunnya nilai fosfor. Perbedaan faktor pembalikan dan komposisi bahan yang dihasilkan dari limbah sampah pasar dan daun yang mempunyai kandungan fosfor yang berbeda dan tergantung akan jenis sehingga dapat mempengaruhi cepat dan lambatnya proses penguraian (Nur et al., 2016).

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antar faktor, namun terdapat beda nyata antar frekuensi pembalikan terhadap fosfor, sehingga diperlukan adanya uji lanjut (Post Hoc Test) menggunakan uji DMRT dengan $\alpha = 0,05$. Hasil uji lanjut menunjukkan adanya pengaruh frekuensi pembalikan terhadap fosfor.

Berdasarkan hasil uji lanjut tersebut dapat diketahui bahwa frekuensi pembalikan mempengaruhi nilai fosfor selama proses pengomposan, sehingga dapat ditunjukkan nilai rerata fosfor tertinggi pada pembalikan 5 hari yaitu 0,47%. Namun terdapat perbedaan nilai fosfor pada pembalikan 1 hari dan 3 hari diperoleh nilai rerata 0,38 dan 0,44 dikarenakan memiliki notasi yang berbeda. Oleh karena itu, pembalikan dapat menyebabkan peningkatan terhadap nilai fosfor, sehingga telah sesuai dengan SNI fosfor dihasilkan lebih dari 0,1%, sehingga kadar fosfor dapat dipengaruhi oleh pembalikan 1 hari sekali dalam proses pengomposan hingga kompos dinyatakan matang sehingga mendekati nilai minimal dari SNI.

Penurunan pada nilai fosfor disebabkan pada proses fermentasi terdapat sebagian mengandung sifat asam organik dari hal tersebut nilai fosfor yang bersifat volatile akan menguap ke udara. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dikarenakan adanya aktivitas mikroba yang menurun maka kandungan fosfor menjadi menurun hal tersebut perubahan yang terjadi disebabkan oleh fase mikroorganisme yang telah sesuai dengan literatur (Azizah et al., 2017). Nilai fosfor pada kontrol lebih tinggi dikarenakan adanya pengaruh kadar nitrogen di dalam proses pengomposan, bawah semakin tinggi kadar N maka semakin tinggi pula kadar P. Hal tersebut disebabkan karena kandungan dari fosfor dari dalam bahan organik senyawa lecithin, asam-asam nukleat, phitin sehingga pada proses pengomposan fosfor organik akan dekomposisi sehingga tersedia dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman (Azizah, et al. 2017).

3.3.3. Kalium

Nilai kalium terbesar dan terkecil pada kompos diperoleh pada perlakuan E1D3 sebesar 1,78%, nilai terkecil pada perlakuan E2D3 (1,4%), sedangkan untuk nilai kalium pada kontrol 0,74% (Gambar 7). Nilai kalium pada seluruh perlakuan ini sudah memenuhi dari standar SNI minimal 0,2. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antar faktor, sehingga tidak diperlukan adanya uji lanjut.

Pada hasil penelitian yang telah dilakukan telah sesuai dengan literatur dimana pada penelitian tersebut bahan yang digunakan merupakan bahan organik segar yang mengandung banyak unsur kalium dalam bentuk organik yang kompleks sehingga tidak dapat digunakan secara langsung akan tetapi dengan penambahan dari konsentrasi EM4 untuk membantu dekomposisi bahan organik yang kompleks tersebut menjadi bahan organik sederhana yang akhirnya dapat diserap oleh akar tanaman. Bahan organik tersebut berperan penting di dalam fotosintesis, pembentukan protein dan selulosa serta dapat memperkuat batang tanaman sehingga tanaman tersebut tidak terserang penyakit dan kokoh dan menjulang tinggi (Widarti et al., 2015). Kalium merupakan unsur terpenting bagi tanaman dan menjadi perhatian ke tiga dari unsur N, P, kalium diserap dalam bentuk K^+ didalam pertumbuhan tanaman muda dan mudah diserap oleh tanah (Widarti et al., 2015).

3.3.4. C-Organik

Pada uji C-organik kompos didapatkan nilai terbesar pada perlakuan E3D3 (31,3%), nilai terkecil pada perlakuan E1D1 (26,6%), sedangkan hasil dari pengujian C-organik pada kontrol sebesar 22,3%. Kandungan C-organik pada semua sampel perlakuan telah sesuai dengan SNI (9,8-32%). Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai dari perlakuan kontrol lebih rendah daripada perlakuan penambahan konsentrasi EM4. Hal ini disebabkan oleh penguraian

C-organik menjadi CO₂ yang lepas diudara dan penggunaan C-organik oleh mikroorganisme lain sebagai sumber energi untuk merombak bahan baku (Hija et al., 2021) (Gambar 8).

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antar faktor, namun terdapat beda nyata antar frekuensi pembalikan terhadap C-Organik, sehingga diperlukannya uji lanjut (Post Hoc Test) menggunakan uji DMRT dengan $\alpha = 0,05$. Hasil uji lanjut menunjukkan pengaruh frekuensi pembalikan terhadap C-Organik.

Berdasarkan hasil uji lanjut dapat diketahui bahwa frekuensi pembalikan mempengaruhi nilai C-Organik selama proses pengomposan, sehingga dapat ditunjukkan nilai rerata C-organik tertinggi pada pembalikan 5 hari yaitu 30,95%. Menurut Rahma et al. (2016), kadar C-organik pada pengomposan sangat dipengaruhi oleh frekuensi pembalikan. Jika sering dilakukan pembalikan, maka degradasi dari mikroorganisme semakin cepat. Sebaliknya, bila tidak dilakukannya proses pembalikan, maka mikroorganisme akan mengalami kesulitan di dalam proses degradasi dari bahan organik tersebut. Tumpukan kompos yang mempunyai kerapatan yang sangat tinggi akan mempersulit mikroorganisme pada proses penguraian C-organik. Sehingga diperlukan adanya pembalikan secara rutin agar mikroorganisme dapat mengurai sampah dengan baik. Nilai C-organik yang diperoleh pada akhir proses pengomposan menunjukkan adanya kenaikan jika dibandingkan dengan nilai bahan baku awal (12,46%). Menurut Kusuma dan Yanti (2021), kadar C-organik dipengaruhi oleh adanya kadar air di mana bila kadar air tinggi C-organik menurun. Pada akhir pengomposan, nilai kadar air dari beberapa perlakuan mengalami penurunan kadar air jika dibandingkan dengan nilai kadar air awal (41%).

3.3.5. C/N Rasio

Pada hasil uji C/N rasio (Gambar 9) didapatkan hasil rata-rata tertinggi pada E1D3 dengan hasil 19,8:1 dan rata-rata terendah pada E3D3 dengan hasil 15,9:1, sedangkan pada kontrol didapatkan nilai 15,5:1. Pada hasil pengujian nilai kontrol dan perlakuan penambahan konsentrasi EM4 pada pengujian C/N rasio dihasilkan nilai yang fluktuatif. Hal ini disebabkan adanya jenis bahan organik yang digunakan dan bersifat ideal dalam proses tumpukan sehingga mikroorganisme dapat tumbuh dan berkembang dengan pesat. Perubahan secara keseluruhan dari nilai C/N rasio disebabkan oleh adanya nitrogen dan protein yang di rombak menjadi nitrat. Pada saat penambahan konsentrasi EM4 nilai yang dihasilkan semakin cepat dan mampu mengurai bahan organik secara efektif sehingga proses pengomposan berlangsung secara cepat (Mirwan, 2015). Berdasarkan hasil penelitian bahwasannya nilai pada pengujian seluruh perlakuan dan kontrol telah sesuai dengan SNI. Pada perlakuan kontrol, meskipun tidak ditambahkan EM4, proses

pengomposan tetap berlangsung akan tetapi memerlukan waktu yang lama. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antar faktor sehingga tidak diperlukan adanya uji lanjut.

Menurut Walidaini et al. (2016), ketersediaan unsur hara tanah dipengaruhi oleh kandungan C/N rasio pada kompos. Nilai C/N rasio semakin tinggi maka kandungan unsur haranya semakin kecil untuk tanaman, sedangkan nilai C/N semakin kecil maka ketersediaan unsur hara tanaman semakin besar. Nilai dari C/N berbanding terbalik dengan unsur hara pada kompos. Nilai C/N pada saat proses pengomposan akan terus menurun selama proses pengomposan berlangsung. Menurut Amnah dan Friska (2019), dalam prinsip pengomposan dapat menekan kadar C/N rasio menjadi kecil sehingga sama dengan bahan organik pada tanah (<20). Dalam prinsip pengomposan juga nilai C digunakan sebagai energi mikroorganisme sedangkan nilai N untuk nutrisi untuk pembentukan sel-sel tubuh mikroorganisme dalam proses pengomposan.

Menurut Ismayana et al. (2012), C/N rasio merupakan indikator dalam pengukuran tingkat kematangan pada kompos. C/N rasio yang efektif berkisar 30:1-40:1. Pada nilai tersebut mikroorganisme dalam proses pengomposan mendapatkan cukup kadar C sebagai energi dan N sebagai sintesis protein, akan tetapi nilai dari C/N tinggi melebihi batas maksimal mikroba kekurangan N untuk mensintesis protein didalam proses pengomposan sehingga dalam dekomposisi bahan berjalan lambat. Menurut nilai SNI 2004 nilai dari C/N rasio pada saat kompos telah matang nilai minimal 10:1 maksimal 20:1. Hasil pengujian diatas menyebutkan bawasannya nilai C/N rasio pada perlakuan konsentrasi EM4 0,1% dengan faktor pembalikan 5 hari sekali telah sesuai. Menurut Suwatanti dan Widiyaningrum (2017), nilai C/N rasio kompos kurang dari 20:1 dan tidak melebihi nilai minimal yang sudah ditentukan unsur – unsur hara pada limbah organik telah terurai dan mineralisasi sehingga akar tanaman dapat menyerap dan mengikat dari unsur hara pada kompos sehingga tanah menjadi subur dan tidak keras.

3.4. Pemilihan Perlakuan Terbaik

Nilai ideal untuk setiap parameter dihitung dengan menetapkan kadar air, pH, Suhu, N, P, K, C/N rasio, C-Organik, lalu data tersebut diolah berdasarkan rumus yang telah ditetapkan. Pada hasil pengujian didapatkan hasil perlakuan terbaik pada kompos matang yaitu perlakuan penambahan konsentrasi EM4 0,3% dengan pembalikan 3 hari (E2D2) sekali pada waktu pengomposan 1 bulan, dengan nilai N 1,76%, P 0,5%, K 1,92%, C/N Rasio 16,8:1, dan C-Organik 29,68%. Kandungan kimia cukup baik pada pengomposan sampah pasar dan daun apabila dibandingkan dengan standar SNI 19-7030-2004, nilai tersebut dapat dilihat pada (Tabel 3).

Berdasarkan (Tabel 3) didapatkan bahwa kadar air dari perlakuan terbaik (31,53 %) lebih rendah dari 1000

SNI (40-60%), disebabkan adanya pelepasan air dari bahan sampah pasar buah dan sayur melalui penguapan dan pelindian selama proses yang menyebabkan kadar air turun (Wandansari et al., 2020). Hal tersebut untuk menaikkan kadar air dengan menambahkan air pada kompos. Nilai pH dari perlakuan terbaik nilai pH (7) telah sesuai dengan SNI (6,8-8) yang bersifat netral dikarenakan adanya penambahan EM4, sedangkan pada suhu perlakuan terbaik nilai suhu (35°C) mendekati standar yang berada di rentang 25°C–30°C sesuai suhu air tanah (Kusmiyarti, 2013).

Didapatkan bahwa pada uji N-total perlakuan terbaik (1,76%) lebih tinggi nilai minimal dari standar SNI (0,4%) dikarenakan dipengaruhi dengan penambahan EM4 sudah melebihi nilai minimal dari SNI (Sitompul et al., 2017). Nilai fosfor pada perlakuan terbaik sebesar 0,5 %, lebih tinggi dari SNI minimal (0,1%). Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh frekuensi pembalikan setiap 3 hari sekali (Wandansari et al., 2020). Dalam hal kalium, pada perlakuan terbaik dicapai nilai sebesar 1,92%, lebih tinggi kalium standar SNI minimal (0,2%) dikarenakan pengaruh penambahan dua bahan campuran (limbah sampah pasar dan daun) dan EM4 dapat menaikkan kadar kalium yang optimal (Himawan et al., 2017). Uji C/N rasio pada perlakuan terbaik (16,8:1) telah berada di antara nilai minimum dan maksimum SNI (10-20 %). Salah satu fungsi dari pengomposan adalah untuk menekan nilai C/N rasio pada pematangan kompos. Nilai C-organik pada perlakuan terbaik (29,68 %) telah sesuai dengan SNI (6,8 – 32 %) (Himawan et al., 2017).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada pembuatan kompos dengan penambahan EM4 dan frekuensi pembalikan didapatkan hasil pengujian untuk konsentrasi EM4 hanya pengaruh pada pengujian suhu dan kadar nitrogen (N) pada kompos yang dihasilkan, sedangkan untuk frekuensi pembalikan hanya berpengaruh pada pengujian suhu, kadar nitrogen (N), fosfor (P), dan C-organik nilai pada kompos yang dihasilkan. Penelitian didapatkan bahwa perlakuan terbaik didapatkan pada penambahan konsentrasi EM4 0,3% dengan pembalikan 3 hari (E2D2). Kompos yang dihasilkan pada perlakuan terbaik memiliki nilai kadar air 31,5%, N 1,76%, P 0,5%, K 1,9%, C-Organik 29,68% dan C/N Rasio 16,8:1. Keterbatasan pada perlakuan terbaik ada pada parameter kadar air yang lebih rendah dari standar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Brawijaya atas dukungan pendanaan penelitian melalui skema Hibah Penelitian Pemula (HPP) DRPM Tahun 2022, berdasarkan Kontrak Penelitian Nomor 974.23/UN10.C10/PN/2022.

Sunyoto, N. M. S., Prasetyo, M. F., Purwati, D., Pratiwi, D. A., Dewi, I. A., dan Hidayat, N. (2026). Pengaruh Konsentrasi *Effective Microorganism* (EM4) dan Frekuensi Pembalikan terhadap Kualitas Kompos dari Sampah Organik (Studi Kasus di Rumah Pengomposan Wonorejo Surabaya). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(4), 991-1002, doi: 10.14710/jil.24.4.991-1002

DAFTAR PUSTAKA

- Addinsyah, A dan Herumurti, W. 2017. Studi Timbulan Dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Di Surabaya Timur. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1): 62-67. DOI: [10.12962/j23373539.v6i1.22973](https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.22973)
- Amalia, D dan Widiyaningrum, P. 2016. Penggunaan EM4 dan MOL Limbah Tomat Sebagai Bioaktivator pada Pembuatan Kompos. *Life Science*, 5(1), 18-24.
- Amnah, R dan Friska, N. 2019. Pengaruh Aktivator Terhadap Kadar Unsur C, N, P dan K Kompos Pelepah Daun Salak Sidimpunan. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(3), 342-347.
- Andriany., Fahrudin., Abdullah, A. 2018. Pengaruh Jenis Bioaktivator Terhadap Laju Dekomposisi Seresah Daun Jati Tectona Grandis Lf, Di Wilayah Kampus Unhas Tamalanrea. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 3(2), 31-42.
- Arthawidya, J., Sutrisno, E., Sumiyati, S. 2017. Analisis Komposisi Terbaik dari Variasi C/N Rasio Menggunakan Limbah Kulit Buah Pisang, Sayuran dan Kotoran Sapi dengan Parameter C-Organik, N-Total, Phospor, Kalium dan C/N Rasio Menggunakan Metode Vermikomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1-20.
- Azizah, A., Zaman, B., Purwono, P. 2017. Pengaruh Penambahan Campuran Pupuk Kotoran Sapi dan Kambing terhadap Kualitas Kompos Tpst Undip (Doctoral dissertation, Diponegoro University). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1-10.
- Fielrantika, S dan Dhera, A. 2017. Hubungan karakteristik pekerja, kelengkapan dan higienitas apd dengan kejadian dermatitis kontak (Studi kasus di Rumah Kompos Jambangan Surabaya). *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 6(1), 16-26.
- Hija, M.F., Junus, M., Kamaliyah, S.N. 2021. Pengaruh Penambahan Effective Microorganism 4 (EM4) dan Lama Pengomposan terhadap Kualitas Pupuk Organik dari Feses Kambing dan Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 32(1), 85-94.
- Himawan, N., Kurniawan, D.H, Wahyuni, W., Hidayat, A.M., Supriati, Y., Fauziyyah, A., Islamiah, N., Istiqomah, W. 2017. Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengolahan Limbah Pertanian Menjadi Briket, Bokashi, Silase, dan Kompos Casceng. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 131-136
- Ismayana, A., Indrasti, N.S, Suprihatin., Maddu, A., Fredy, A. 2012. Faktor rasio C/N Awal dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22(3), 173-179.
- Kulcu, R dan Yaldiz, O. 2014. The Composting of Agricultural Wastes and The New Parameter For The Assessment Of The Process. *Ecological Engineering*, 69(1), 220-225.
- Kurniawan, D., Kumalaningsih, S., Sunyoto, N.M.S. 2013. Pengaruh Volume Penambahan Effective Microorganism 4 (EM4) 1% dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Pupuk Bokashi Dari Kotoran Kelinci dan Limbah Nangka. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 2(1), 57-66.
- Kurniawan, H.K. 2016. Studi Deskriptif Strategi Public Private Partnership Pengelolaan Sampah di TPA Benowo Kota Surabaya. *Jurnal Kebijakan dan Manajemen Publik*, 4(2), 210-219.
- Kusmiyarti, T.B. 2013. Kualitas Kompos Dari Berbagai Kombinasi Bahan Baku Limbah Organik. *Agrotrop*, 3(1), 83-92.
- Kusuma, Y.R dan Yanti, I. 2021. Pengaruh Kadar Air dalam Tanah Terhadap Kadar C-Organik dan Keasaman (pH) Tanah. (*Indonesian Journal Of Chemical Research (IJCR)*), 1(1), 92-97.
- Larasati, A.A dan Puspikawati, S.I. 2019. Pengolahan Sampah Sayuran Menjadi Kompos Dengan Metode Takakura. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 15(1), 60-68.
- Meriatna, M., Suryati, S., & Fahri, A. 2019. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM4 (*Effective Microorganisme*) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1), 13-29.
- Mirwan, M. 2015. Optimasi Pengomposan Sampah Kebun Dengan Variasi Aerasi Dan Penambahan Kotoran Sapi Sebagai Bioaktivator. *Teknik Lingkungan*, 4(6), 61-66.
- Nur, T., Noor, A.R, Elma, M. 2016. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Bioaktivator EM4 (*Effective microorganisms*). *Konversi*, 5(2), 44-51.
- Pratama, M.R dan Fitriyah, F. 2021. Kepemimpinan Tri Rismaharini dalam Mengatasi Pengelolaan Sampah di Kota Surabaya. *Journal of Education, Humaniora and Social Sciences (JEHSS)*, 4(1), 181-189.
- Rahma, N.L, Setyaningtyas, N.A, Hidayat, N. 2016. Karakteristik Kompos Berbahan Dasar Limbah Baglog Jamur Tiram (Kajian Konsentrasi EM4 Dan Kotoran Kambing). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 4(1), 1-9.
- Ratrinia, P.W., Ma'ruf, W.F., Dewi, E.N. 2014. Pengaruh Penggunaan Bioaktivator EM4 Dan Penambahan Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) Terhadap Spesifikasi Pupuk Organik Cair Rumput Laut Eucheuma Spinosum. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3), 82-87.
- Ruggero, F., Gori, R., Lubello, C. 2019. Methodologies To Assess Biodegradation of Bioplastics During Aerobic Composting and Anaerobic Digestion: A Review. *Waste Management and Research*, 37(10), 959-975.
- Setyaningsih, E., Astuti, D.S, Astuti, R. 2017. Kompos Daun Solusi Kreatif Pengendali Limbah. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 3(2), 45-51.
- Siagian, S.W., Yuriandala, Y., Maziya, F.B. 2021. Analisis Suhu, pH dan Kuantitas Kompos Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi Dari Sampah Sisa Makanan Dan Sampah Buah. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 13(2), 166-176.
- Sitompul, E., Wardhana, I.W, Sutrisno, E. 2017. Studi Identifikasi Rasio C/N Pengolahan Sampah Organik Sayuran Sawi, Daun Singkong, dan Kotoran Kambing Dengan Variasi Komposisi Menggunakan Metode Vermikomposting (Doctoral dissertation, Diponegoro University). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1-12.
- Sulistiyani, S., Zaman, B., Oktiawan, W. 2017. Pengaruh Penambahan Lindi dan Mol Nasi Basi terhadap Waktu Pengomposan Sampah Organik (Doctoral dissertation, Diponegoro University). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1-10.
- Suwatanti, E.P.S dan Widiyaningrum, P. 2017. Pemanfaatan MOL Limbah Sayur Pada Proses Pembuatan Kompos. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 40(1), 1-6.

- Tumimbang, M., Tamod, Z.E, Kumolontang, W. 2016. Uji Kualitatif Kandungan Hara Kompos Campuran Beberapa Kotoran Ternak Peliharaan. *Eugenia*, 22(3), 123-133.
- Utama, C.S, Sulistiyanto, B., Setiani, B.E. 2013. Profil Mikrobiologis Pollard yang Difermentasi Dengan Ekstrak Limbah Pasar Sayur Pada Lama Peram Yang Berbeda. *Jurnal Agripet*, 13(2), 26-30.
- Utomo, P.B dan Nurdiana, J. 2018. Evaluasi Pembuatan Kompos Organik Dengan Menggunakan Metode Hot Composting. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1), 28-32.
- Walidaini, R.A., Nugraha, W.D, Samudro, G. 2016. Pengaruh Penambahan Pupuk Urea Dalam Pengomposan Sampah Organik Secara Aerobik Menjadi Kompos Matang Dan Stabil Diperkaya (Doctoral dissertation, Diponegoro University). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), 1-10.
- Wandansari, N.R., Suntari, R., Soemarno, S. 2020. Pembuatan Kompos Dari Sampah Pasar Dengan Teknologi Open-Windrow. *AGROINOTEK*, 1(1), 1-13.
- Wei, Y., Zhao, Y., Xi, B., Wei, Z., Li, X., & Cao, Z. (2015). Changes in phosphorus fractions during organic wastes composting from different sources. *Bioresource Technology*, 189, 349-356. DOI: 10.1016/j.biortech.2015.04.031.
- Widarti, B.N., Wardhini, W.K Sarwono, E. 2015. Pengaruh rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos Dari Kubis dan Kulit Pisang. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2), 75-80.