

Penanganan Sampah Organik Limbah Domestik Rumah Tangga menjadi Pupuk Kompos di Kelurahan Manggar, Balikpapan

Anggela¹

¹Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Kalimantan Timur

Corresponding author : anggela@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Pandemi COVID-19 menyebabkan tingginya aktivitas rumah tangga sehingga meningkatkan penumpukan sampah sayuran yang disebabkan pola hidup masyarakat yang hamper menerapkan *work from home*, sehingga perlu adanya penanganan sampah yang instensif dan berkesinambungan. Umumnya masyarakat hanya membuang sampah pada tempat pengumpulan sampah (TPA) tanpa melakukan *pre-treatment* seperti memilah sampah sesuai dengan jenisnya (sampah organik dan anorganik) serta masih rendahnya inovasi pengolahan sampah menjadi produk yang lebih bernilai ekonomis. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh perlakuan penambahan EM4 tunggal dengan EM4+molase terhadap parameter seperti pH, suhu dan penampakan visual (warna, aroma dan tekstur) serta lamanya waktu fermentasi sampah organik menjadi pupuk kompos. Pengambilan data sampel untuk pengukuran pH dilakukan pengujian setiap 5 hari sekali sementara untuk pengukuran suhu dilakukan setiap 3 hari sekali selama proses pengomposan. Analisis penelitian ini menggunakan metode *analysis of variance* (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan test dengan signifikansi $p > 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan EM4 dan molase menunjukkan kualitas fisik pupuk yaitu pada hasil $28,3^{\circ}\text{C} \pm 0,58$, pH 7.1, berwarna kehitaman, berbau tanah dan tekstur yang sangat remah seperti tanah. Pupuk kompos organik yang dihasilkan dengan menggunakan campuran EM4 dan molase menunjukkan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan pupuk dengan perlakuan pemberian EM4 tunggal serta penampakan visual pupuk sesuai dengan standar SNI No. 19-7030-2004.

Kata Kunci : Kompos, Sampah Organik, Manggar, EM4, Molase.

Abstract

The COVID-19 pandemic has led to high household activities, thereby increasing the accumulation of vegetable waste due to people's lifestyles that almost implement *work from home*, so intensive and sustainable waste management is needed. In general, people only dispose of waste at the waste collection site (TPA) without *pre-treatment* such as sorting waste according to its type (organic and inorganic waste), and the lack of innovation in processing waste into products with more economic value. This study aims to determine the effect of the addition of a single EM4 with EM4+molasses on parameters such as pH and temperature of fertilizer during the fermentation process. The analysis of this study used the One Way (ANOVA) analysis method with sample data collection for pH measurements being tested every 5 days while temperature measurements were carried out every 3 days during the fertilizer fermentation process. The results showed that the treatment using EM4+molasses showed the physical quality of the fertilizer, namely at a temperature of 28°C , pH 6.8, blackish in color, smelled of earth, and had a soil-like texture. Organic compost produced by using a mixture of EM4 and molasses showed better quality compared to fertilizers with a single treatment of EM4 and the visual appearance of the fertilizer by SNI No. standard. 19-7030-2004.

Keywords: Compost, Organic Waste, Manggar, EM4, Molasses.

PENDAHULUAN

Salah satu masalah lingkungan yang sangat serius perlu diperhatikan adalah sampah, terutama yang berasal dari aktivitas rumah tangga. Terdapat berbagai jenis sampah rumah tangga yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik rumah tangga seperti sisa makanan, sisa daun-daunan, buah-buahan, sisa kegiatan dapur, dan sisa sayuran. Sedangkan sampah anorganik adalah sampah yang tidak mudah diuraikan yang berasal dari plastic kertas, dan logam (Nisandi, 2007). Berdasarkan

data sampah kawasan Balikpapan pada tahun 2021 diketahui bahwa timbunan sampah di TPA manggar mencapai 390,65 ton per hari bahkan diprediksi meningkat dengan adanya pertambahan penduduk setiap tahunnya serta dampak dari pandemic COVID-19. Sementara, ketersediaan lahan yang masih terbatas untuk pengolahan sampah yaitu hanya tersedia lahan berkisar 40 Ha. Oleh karena itu, pada tahun 2025 ditargetkan akan terjadinya pengurangan sampah dengan memaksimalkan 70% penanganan sampah dan sebanyak 30% untuk pengurangan sampah sesuai dengan Perwali No.8 Tahun 2018. Membangun kesadaran masyarakat terhadap pengurangan sampah dimulai dengan melakukan kegiatan dengan membatasi, menggunakan kembali serta melakukan daur ulang yang dikenal dengan istilah 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), sementara salah satu penanganan menumpuknya sampah dengan mengolah sampah menjadi pupuk kompos (Anggraini, 2022). Hal ini sesuai dengan yang diatur dalam pasal 10 ayat (1) tentang PP No.81 Tahun 2012 tentang pengolahan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga menyatakan bahwa pengolahan sampah meliputi kegiatan pengurangan dan penanganan sampah.

Pengolahan sampah menjadi pupuk organik umumnya yang dilakukan secara konvensional tidak efisien karena membutuhkan waktu yang lama, oleh karena itu perlu adanya inovasi dalam hal ini. Pupuk organik (kompos) diperoleh dengan memanfaatkan limbah dari rumah tangga, daun-daunan, rumput, kotoran hewan yang berguna untuk meningkatkan kesuburan tanah. Adapun cara pembuatan pupuk kompos secara sederhana dengan metode yang dikenal TAKAKURA yang dimodifikasi dengan penambahan EM4 dengan kualitas pupuk yang memiliki pengaruh yang signifikan pada tanaman (Zuhrifah, dkk., 2015). Selain itu, penambahan EM4 sebagai stimulus dalam pembuatan pupuk kompos juga dapat mempercepat proses pengomposan (Dewilda dan Ichsan, 2016). Berdasarkan, Larasati dan Septa, (2019) menyatakan pengamatan parameter fisik pada pupuk kompos yang dihasilkan dengan penambahan biaktovator EM4 menunjukkan hasil yang memenuhi standar mutu yaitu memiliki suhu 29 °C, pH 6,8 dan memiliki penampakan secara visual yaitu berwarna kehitaman dan tekstur seperti tanah.

Menurut Marsono dan Sigit (2001), EM4 disebut juga *effective microorganism* 4 merupakan inokulan dari kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan dapat mempercepat proses fermentasi pupuk dan bermanfaat untuk kesuburan tanah maupun pertumbuhan dan produksi tanaman serta ramah terhadap lingkungan. Molase merupakan limbah dari proses pembuatan gula tebu (*Saccharum officinarum L.*) yang masih mengandung sumber karbon dan nitrogen yang dapat digunakan sebagai sumber energi dalam proses nitrifikasi dan fermentasi (Huda, 2013). Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan Setyawati dan Rahman (2010) menyatakan bahwa molase merupakan sumber

energi yang paling baik dibandingkan dengan gula pasir dan gula jawa dalam proses fermentasi.

Oleh karena itu, kajian mengenai pengolahan sampah organik dari limbah rumah tangga menjadi pupuk dengan penambahan bioaktivator berupa EM4 maupun dikombinasikan dengan limbah tebu (molase) perlu dilakukan untuk menanggulangi masalah penumpukan sampah dengan dihasilkannya pupuk kompos yang sesuai dengan standar mutu dengan efisiensi waktu proses pengomposan. Selain itu dalam penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan pendapat masyarakat sekitar melalui proses produksi pupuk yang bernilai ekonomis.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan dalam program pengabdian kepada masyarakat ini yaitu mengetahui pengaruh penambahan bioaktivator (EM4) tunggal dengan campuran EM4 dan molase terhadap parameter fisik pupuk kompos seperti pH, suhu, dan penampakan visual (warna dan aroma) sesuai dengan standar mutu. Selain itu, mengetahui pengaruh perlakuan (Kelompok I dan Kelompok II) terhadap waktu fermentasi pupuk kompos.

METODE

1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sekam yang diperoleh dari pasar Tradisional Area Balikpapan dan sampel sampah yang digunakan berasal dari sampah organik rumah tangga warga masyarakat di RT 42, 43, dan 44 Kelurahan Manggar, Balikpapan. Adapun alat-alat yang digunakan yaitu pisau, talenan, ember dan penutupnya, pengaduk, timbangan, gayung, masker, sarung tangan, pH meter digital, *thermometer*, *beaker glass*, gelas ukur, dan pipet volumetrik.

2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan ini dilakukan selama 3 bulan yaitu pada bulan Februari hingga Mei 2022 di Kampung KB Kinashi, RT. 42, 43, dan 44, Kelurahan Manggar, Balikpapan. Pembuatan pupuk kompos dilakukan selama 14 hari dengan pengambilan sampel setiap 5 hari untuk pengukuran pH dan 3 hari untuk suhu.

3. Proses Pembuatan Pupuk Kompos

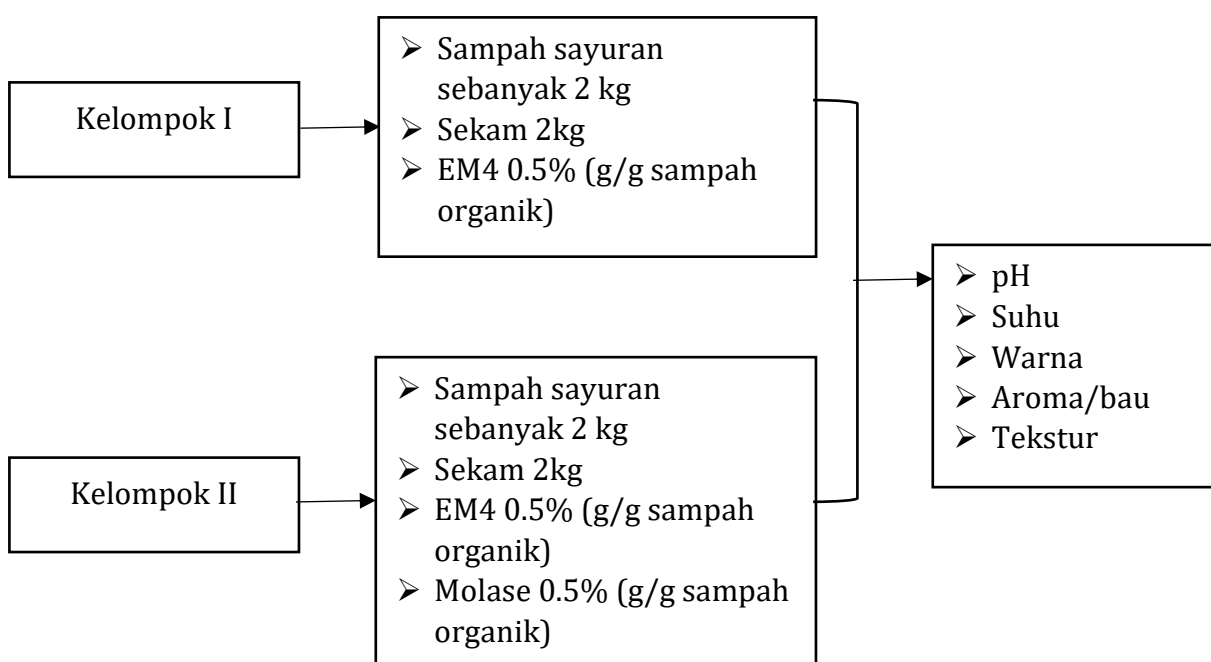
Adapun langkah-langkah dalam pembuatan pupuk yaitu menyiapkan wadah modifikasi sebagai tempat pengomposan. Selanjutnya, sampel sampah yang diperoleh dari limbah rumah tangga warga masyarakat RT 42, 43, dan 44, Kelurahan Manggar, Balikpapan. Sampel diberikan perlakuan awal dengan mencacahnya menjadi bagian yang lebih kecil dan dijemur dibawah sinar matahari ± 2 jam untuk mengurangi kadar air. Terdapat dua perlakuan dalam penelitian ini yaitu kelompok I diberikan perlakuan dengan menggunakan perbandingan sampah dengan sekam 1:1 (g/g) dengan penambahan EM4 0.5%. Sementara kelompok II

diberikan perlakuan dengan menggunakan perbandingan sampah dengan sekam 1:1 (g/g) dengan penambahan EM4 dan molase 0.5% masing-masing. Tahap terakhir dilakukan pencampuran dan pengadukan secara merata dan dilakukan pengamatan dan pengomposan selama ± 14 hari. Setiap kelompok dibuat ulangan sebanyak 3 kali dan dilakukan pengamatan terhadap pH dan Suhu. Pengamatan pH dilakukan pengujian kali setiap 5 hari sekali dengan pemberian kode kelompok I (EM4+molase) terdiri dari P1,P2,P3,P4 dan kelompok II (EM4) terdiri dari P5,P6,P7,P8. Pengukuran suhu dilakukan setiap 3 hari sekali selama 14 hari proses fermentasi pupuk dengan kode kelompok I (T1,T2,T3,T4,T5,T6) dan kelompok II (T7,T8,T9,T10,T11,T12). Pengamatan secara visual dilakukan untuk mengetahui warna dan aroma pupuk organik yang dihasilkan. Pengukuran pH dan Suhu yang dilakukan sesuai dengan pedoman SNI No. 19-7030-2004. Pemanenan dilakukan setelah 14 hari dan dikemas dalam kemasan plastik yang tidak kedap udara.

4. Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti desain penelitian dengan perlakuan (Kelompok I dan Kelompok II) seperti yang disajikan dalam Gambar 1.

Gambar 1. Desain penelitian



5. Analisis Statistika

Metode penelitian pada pembuatan pupuk organik menggunakan desain ANOVA non-faktorial yang di analisis dengan menggunakan SPSS versi 25 dengan tingkat perbedaan $p > 0,05$. Terdapat dua kelompok perlakuan yaitu menggunakan EM4 tunggal dan EM4 dengan molase. Masing-masing perlakuan dilakukan pengamatan pH dan suhu. pengukuran pH dilakukan pengujian setiap 5 hari sekali

sementara untuk pengukuran suhu dilakukan sebanyak setiap 3 hari sekali selama proses fermentasi pupuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

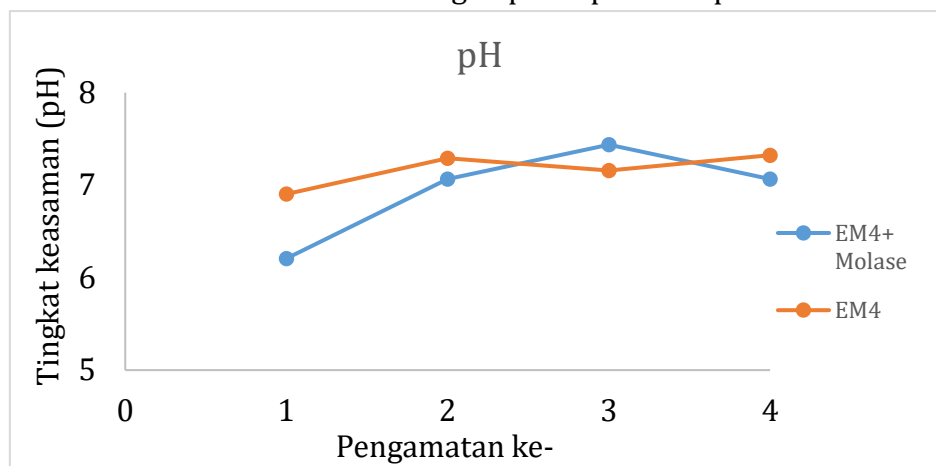
Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa parameter fisik yang diperoleh menunjukkan hasil yang memenuhi standar mutu pupuk kompos pada SNI No. 19-7030-2004. Pengaruh perlakuan dengan menggunakan bioaktivator dan molase diamati pengaruhnya terhadap pH, suhu, dan penampakan visual (warna, aroma dan tekstur) serta lamanya proses fermentasi sebagai berikut.

1. Analisis pH pada Pupuk Kompos

Derajat keasaman (pH) merupakan parameter fisik yang mengidentifikasi kondisi selama proses pengomposan yang sesuai dengan pertumbuhan mikroorganisme dan pH akhir pupuk yang sesuai standar sehingga dapat secara aman diaplikasikan penggunaannya. Selama proses pengomposan, kedua perlakuan menunjukkan penurunan pH pada hari pertama pengamatan, namun perlakuan dengan EM4+molase menunjukkan penurunan derajat keasaman yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan campuran bioaktivator dan sumber karbon dari molase menunjukkan pengaruh positif pada pertumbuhan mikroorganisme khususnya bakteri untuk mempercepat proses pengomposan serta ditandai dengan peningkatan derajat keasaman yaitu 6,2. Berdasarkan Gambar 2. Menunjukkan bahwa pH pada kedua perlakuan menunjukkan perbedaan sangat signifikan hanya pada pengamatan hari pertama saja selama proses fermentasi. Terjadi peningkatan pH signifikan pada pengamatan kedua (setelah 5 hari) dan selanjutnya pola derajat keasaman cenderung stabil selama proses pengomposan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilaporkan oleh Larasati dan Septa, (2019) bahwa pH pupuk kompos yang dihasilkan menunjukkan sifat asam selama proses fermentasi, meskipun pada akhir proses menunjukkan peningkatan pH, yang disebabkan asam organik yang dihasilkan oleh sejumlah mikroorganisme pada tahap awal pengomposan, menjadi sumber karbon yang dimanfaatkan kembali sehingga pH menjadi meningkat. Menurut Nurdini, dkk., (2016) menyatakan bahwa asam-asam organik yang dihasilkan dari pertumbuhan bakteri pada awal fermentasi dan mendukung pertumbuhan jamur menggunakan asam-asam organik sebagai sumber karbon sehingga terjadi peningkatan derajat keasaman.

Selama pengamatan proses pengomposan pH perlakuan EM4 menunjukkan $6,9 \pm 0,06$, $7,3 \pm 0,04$, $7,2 \pm 0,04$, $7,3 \pm 0,05$, sementara pada perlakuan EM4+molase $6,2 \pm 0,17$, $7,1 \pm 0,05$, $7,4 \pm 0,29$, $7,1 \pm 0,06$. Pupuk kompos yang dihasilkan memiliki pH perlakuan EM4 dan EM4+molase adalah 7,3 dan 7,1. Hal ini menunjukkan pH pada kedua perlakuan memenuhi standar mutu SNI No. 19-7030-2004 yaitu dalam kisaran 6,8-7,4. Pengamatan kandungan pH pada pupuk kompos yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2. sebagai berikut.

Gambar 2. Kandungan pH Pupuk Kompos



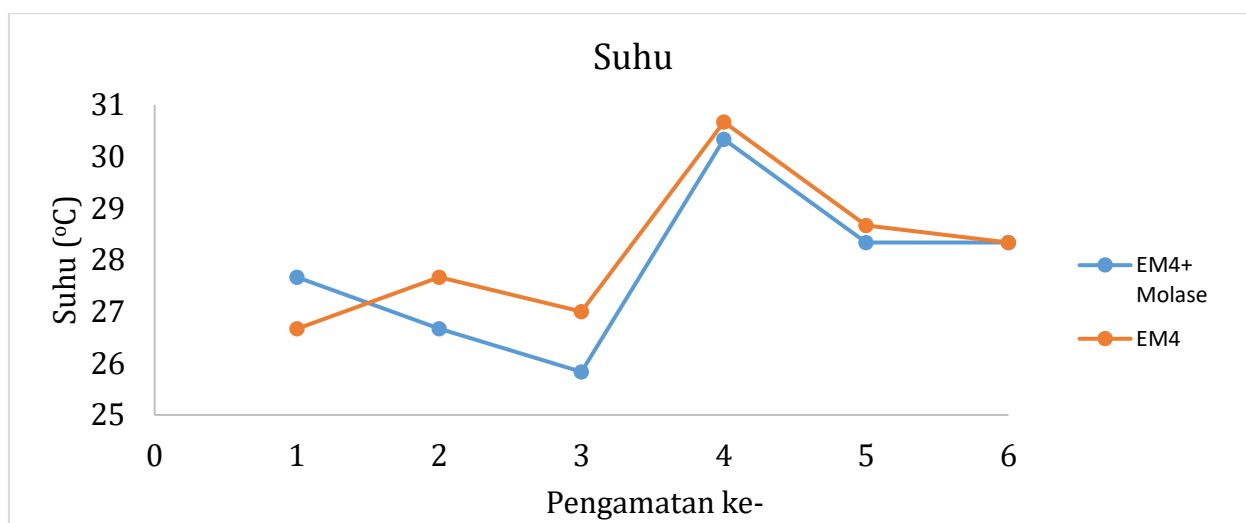
2. Analisis Suhu pada Pupuk Kompos

Suhu merupakan parameter fisik yang perlu diamati dan dipertahankan kondisinya dalam proses fermentasi untuk mendukung kondisi lingkungan yang sesuai dengan pertumbuhan mikroorganisme. Dalam pengamatan penelitian ini suhu selama proses pengomposan menunjukkan kondisi sangat signifikan pada kedua perlakuan diawal dan tengah proses pengomposan, namun pengamatan suhu menunjukkan pola yang selalu berubah-ubah, yang disebabkan adanya faktor lingkungan seperti cuaca yang pancaroba, serta adanya proses pembalikan yang tidak merata sehingga suhu pada pengomposan menjadi tidak stabil. Pada kelompok I menunjukkan perubahan suhu pada kisaran 25-30 °C dan Kelompok II pada kisaran 27-31 °C. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Larasati dan Septa, (2019) bahwa dalam pembuatan pupuk dengan atau tanpa penambahan bioaktivator menghasilkan suhu yang berubah-ubah selama proses pengamatan yaitu 28-40 °C, dengan suhu akhir pupuk kompos dengan penambahan bioaktivator yaitu 29 °C. Peningkatan suhu terjadi secara signifikan pada Kelompok I pengamatan keempat menunjukkan adanya ketersediaan sumber karbon dari penambahan molase sehingga mikroba masih aktif melakukan proses pengomposan. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Wellang dkk., (2015) bahwa terjadinya peningkatan suhu disebabkan masih terdapat bahan organik yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba untuk mengkomposer sampah serta sebaliknya. Molase merupakan limbah tetes gula tebu mengandung sumber karbon dan nitrogen yang dapat digunakan dalam proses nitrifikasi dan fermentasi (Huda, 2013).

Meskipun peningkatan suhu menunjukkan terjadinya proses penguraian selama fermentasi, hal ini berkaitan erat dengan banyaknya konsumsi oksigen yang dapat mempercepat pengomposan. Faktor lingkungan pengomposan menjadi faktor penentu dalam pengamatan kondisi suhu, tingginya curah hujan dan pengkondisian wadah untuk pengomposan memberikan pengaruh pada suhu kompos. Pada

Gambar 4. dalam pengamatan ketiga setelah hampir seminggu proses pengomposan menunjukkan penurunan suhu pada Kelompok I dan Kelompok II yaitu $25,8^{\circ}\text{C}\pm 0,29$ dan $27^{\circ}\text{C}\pm 0,50$ secara berurutan, disebabkan kondisi cuaca sedang hujan deras pada saat pengamatan dilakukan. Suhu pada pengamatan akhir proses pengomposan menunjukkan suhu $28,3^{\circ}\text{C}\pm 0,58$ (Kelompok I) dan $28,3^{\circ}\text{C}\pm 0,58$ (Kelompok II). Hal ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan memenuhi standar mutu SNI No. 19-7030-2004 yaitu $>22^{\circ}\text{C}$. Pengamatan suhu pada pupuk kompos yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3. sebagai berikut.

Gambar 3. Suhu Pupuk Kompos



3. Analisis Warna, Aroma dan Tekstur Pupuk Kompos

Pengamatan yang dilakukan pada warna pupuk kompos yang dipanen setelah ± 14 hari pada Kelompok I menunjukkan warna kehitaman pekat dan aroma normal serta tekstur remah yang sangat halus seperti tanah sedangkan pada perlakuan Kelompok II menunjukkan masih warna hijau, aroma asam dan tekstur yang masih kasar dengan serat-serat sampah organik yang belum terurai secara sempurna. Namun berdasarkan hasil pengamatan terhadap warna, aroma serta tekstur yang diperoleh Larasati dan Septa, (2019) bahwa pengomposan yang dilakukan selama lebih dari 25 hari menunjukkan dengan/tanpa penambahan bioaktivator dan memperpanjang proses pengomposan dapat menghasilkan pupuk kompos dengan kriteria warna hitam, aroma, dan tekstur seperti tanah. Hal ini sesuai dengan penelitian Zuhurfah, dkk., (2015) menyatakan bahwa pembuatan pupuk dengan metode takakura adanya penambahan bioaktivator dihasilkan pupuk dengan warna yang sangat hitam pekat, berbau tanah, dan teksturnya sangat remah sementara tanpa perlakuan diketahui menunjukkan hasil kompos dengan warna cokelat dan memiliki tekstur yang lebih kasar. Oleh karena itu diketahui bahwa perlakuan dengan penambahan EM4+molase dalam penelitian menunjukkan hasil

yang positif untuk menghasilkan pupuk kompos yang berkualitas sesuai dengan standar mutu SNI No. 19-7030-2004.

4. Lama Waktu Fermentasi

Dalam pembuatan pupuk kompos dari sampah organik limbah rumah tangga dengan perlakuan penambahan EM4 dan campuran EM4+molase menunjukkan perbedaan lamanya penguraian sampah menjadi kompos. Pada perlakuan menambahkan campuran bioaktivator EM4 dan molase dapat menghasilkan pupuk kompos yang sesuai dengan standar mutu dengan ditandai telah terurai semua sampah organik dalam waktu 14 hari, sementara dengan penambahan bioaktivator EM4 saja dapat dilihat masih banyak sampah organik yang belum terdekomposisi secara sempurna pada waktu pengomposan yang sama. Hal ini disebabkan oleh mikroorganisme membutuhkan stimulus untuk pertumbuhannya dengan adanya penambahan bioaktivator (Dewildan dan Ichsan, 2016). Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh bahwa proses penguraian sampah sayuran tanpa penambahan bioaktivator dapat berlangsung lebih dari 25 hari dan dengan penambahan bioaktivator berlangsung sedikit lebih cepat daripada dalam penelitian ini yaitu selama 12 hari (Larasati dan Septa, 2019). Penambahan konsentrasi bioaktivator EM4 sebanyak 0,5 % yang digunakan dalam penelitian ini tidak sejalan dengan kondisi optimasi proses fermentasi dengan penggunaan EM4 bahwa dengan dosis yang sama pada penelitian Yiniwati, dkk., (2012) mampu meningkatkan kecepatan proses fermentasi hanya selama 4 hari. Adapun pupuk kompos yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4. Sebagai berikut

Gambar 4:

A. Pupuk Kompos Kemasan; B. Pupuk Kompos Kelompok I; C. Pupuk Kompos Kelompok II



Sumber : Dokumentasi Pribadi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan dalam pembuatan pupuk kompos dengan dua perlakuan yaitu dengan penambahan bioaktivator EM4 tunggal dan campuran EM4+molase memberikan pengaruh positif terhadap parameter fisik yang sesuai dengan standar mutu yang terdapat pada SNI No. 19-7030-2004. Suhu

pupuk kompos menunjukkan Parameter waktu fermentasi dalam penelitian ini menunjukkan hasil $28,3^{\circ}\text{C} \pm 0,58$ (Kelompok I) dan $28,3^{\circ}\text{C} \pm 0,58$ (Kelompok II). Pada pH perlakuan EM4+molase (Kelompok I = 7,1) dan EM4 (Kelompok II = 7,3). Penampakan visual pupuk kompos menunjukkan berwarna sangat hitam, berbau tanah (sedikit fermentasi pada perlakuan kelompok I), dan dengan tekstur yang sangat remah pada Kelompok perlakuan I dan masih bertekstur kasar pada Kelompok perlakuan II. Selain itu waktu fermentasi pada Kelompok I (± 14 hari) dibandingkan dengan kelompok II. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi biaktivator EM4 dan molase dengan dosis 0,5% memberikan hasil kompos yang berkualitas dan mampu meningkatkan efisiensi proses pengomposan menjadi lebih cepat. Keberhasilan dalam program pengabdian masyarakat yang dilakukan pada RT 42, RT. 43, dan RT. 44 di Kelurahan Manggar, Balikpapan dilakukan demo agar warga masyarakat dapat secara mandiri melakukan pengomposan serta dengan adanya kebutuhan pupuk organik yang aman meningkat sehingga diharapkan dapat meningkatkan perekonomian warga setempat dan menginspirasi serta menginspirasi kawasan TPAS lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, M.A. 2022. *Volume Sampah di Balikpapan Naik, Sehari 300 Ton Masuk ke TPA Manggar* (Online), (<https://kaltim.tribunnews.com/2022/01/05/volume-sampah-di-balikpapan-naik-sehari-300-ton-masuk-ke-tpa-manggar>, 10 Oktober 2022).
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia 19-7030-2004 Spesifikasi Limbah Domestik.
- Dewilda, Y. dan Ichsan, A. 2016. "Studi optimasi kematangan kompos dari sampah organik dengan penambahan biaktivator limbah rumen dan air lindi" dalam *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan* (Hal 95-100). Padang.
- Huda Khoirul, 2013. Pembuatan pupuk organik cair dari urin sapi dengan aditif tetes tebu (*molasses*) metode fermentasi. Skripsi. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Larasati, A.A. dan Septa, I. P. 2019. "Pengolahan sampah sayuran menjadi kompos dengan metode Takakura" dalam *Jurnal Ikesma*. Vol. 15 No.2 (60-68). Jember.
- Marsono dan Paulus, S. 2001. *Pupuk Akar, Jenis dan Aplikasi*. PT. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Nurdini, L., Riska, D.A., dan Anindya N.U. 2016. Pengolahan limbah sayur kol menjadi pupuk kompos dengan metode Takakura dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. 7. Semarang.
- Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga (Online), (<http://sipsn.menlhk.go.id/?q=content/peraturanpemerintah-no-81-tahun-2012>, 10 Oktober).



- Wellang, R. M., Irwan, R. R., dan Hatta, M.P. 2015. *Studi kelayakan kompos menggunakan variasi bioaktivator (EM4 dan ragi)*. (1-19). Paper Universitas Hasanuddin University Repository. Makassar.
- Yuniwati, M., Frendy, I. dan Adiningsih, P. 2012. Optimasi kondisi proses pembuatan kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi*, Vol.5 No.2 (172-181).
- Zuhrufah, Munifatul, I. dan Sri, H. 2015. "Pengaruh pemupukan organik Takakura dengan penambahan EM4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus L.*) dalam *Jurnal Biologi*, Vol. 4 No.1 (13-35).