EnviroScienteae Vol. 19 No. 1, Februari 2023 ISSN 2302-3708 (online)
Halaman 99-108

INOVASI PENGELOLAAN LIMBAH DOMESTIK MENJADI KOMPOS KUALITAS PRIMA

Innovation in Domestic Waste Management has Become Prime Quality Compost

Tia Rostaman[1*)], Etty Riani[1,2)], Sugeng A. Putranto[1,3)]

[1)] Natural Resources and Environmental Management Study Program (PSL), Graduate School of IPB University, Jl. Pajajaran, IPB Baranangsiang Campus, Bogor 16144
[2)] Department Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Jl. Agatis Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680
[3)] Manager Lingkungan di Petrogas dan Dosen Pascasarjana Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, IPB University Jl. Pajajaran, kampus IPB Baranangsiang, Bogor 16144
[*)]e-mail: rostamantia@appa.ipb.ac.id

Abstract

A large amount of domestic waste is unfortunately not matched by proper management. Like leaf waste, there is also vegetable waste in traditional markets, which is disposed of in open dumping without further management. The overflow of garbage will certainly leave environmental disturbances and bad smells. Research on the processing of domestic solid waste using a composter is generally only carried out in one stage, so the results of cutting domestic waste from the composter are still rough. In addition, bacteria administration is usually done at the end, so it is less effective in terms of time and cost. This study aims to design compost production innovations that meet SNI standards. The research was conducted by comparing the two main raw materials for the compost, namely vegetables and leaves. Based on the research results, it was found that the compost produced was able to produce fertilizer with the nutrients N, C/P, P, K, and C/N following SNI 7763: 2018. Compost with the best results is compost with leaves as the main raw material.

Keywords: aerobic; degradation; leaves; vegetables; waste

PENDAHULUAN

Jumlah limbah domestik dari sampah rumah tangga mencapai 50-70% di Indonesia dengan karakteristik mudah busuk karena berasal dari sisa makanan, kulit buah, sayuran (Trihadinigrum *et al*., 2015). Adapun sampah sampah dari daun-daun kering, berdasarkan dihasilkan dipemukiman yaitu 75% merupakan sampah organik berasal dari sampah daun-daun kering yang gugur serta sisa makanan dan sayuran (Khasanah dan Rofiah, 2019). Banyaknya limbah domestik sayangnya tak diimbangi dengan pengelolaan yang tepat. Kebiasaan masyarakat pada umumnya membuang limbah daun secara tradisonal dengan dua cara, yaitu dengan membakar dan menimbunnya. Kedua metode tersebut memiliki beberapa kekurangan antara lain, dengan membakar menyebabkan polusi udara (Karnchanawong dan Supudom, 2011). Sampah daun yang dibuang langsung juga meningkatkan biaya transportasi dan membutuhkan lebih banyak ruang TPA. Secara alami, daun kering dapat terdegradasi oleh mikroorganisme menjadi pupuK Total,

yang disebut kompos, yang dapat digunakan dengan aman untuk memperbaiki sifat kimia, fisik dan biologi tanah (Vasanthi *et al*, 2013). Proses pengkomposan memiliki beberapa manfaat seperti: pengurangan biaya pembuangan, pengurangan polutan. Dengan demikian, dalam hal kelestarian lingkungan, pengomposan dianggap menarik untuk menangani kekeringan limbah daun. Meskipun degradasi serasah daun dapat terjadi secara alami, tingkat degradasinya berlangsung sangat lambat.

Serupa dengan sampah daun terdapat juga sampah sayuran di pasar tradisonal yang dibuang secara *open dumping* tanpa pengelolaan lebih lanjut. Limpahan sampah tersebut tentu akan meninggalkan gangguan lingkungan dan bau yang tidak enak. Limbah sayuran memiliki kandungan gizi, yaitu protein kasar sebesar 1-15 % serta serat kasar 5-38 % (Afifudin, 2011). Persoalan terkait limbah sayuran dari pasar tradisional juga menjadi permasalahan. Berdasarkan penelitian (Kurniah, 2009) bahwa secara umum pengelolaan sampah di Kota Bogor masih secara tradisonal yaitu sistem kumpul-angkut buang tanpa adanya penanganan dipasar tersebut, rata-rata komposis sampah dipasar merupakan sampah organik, sebesar 76 % pada lokasi pasar Merdeka, Pasar Jl. Dewi sartika sebesar 99 %, sedangkan pasar Bogor menyumbang 67 % dan pasar Jambu Dua menghasilkan sampah sayuran 83 %. Pengelolan sampah yang tidak tepat merugikan kesehatan manusia. Menyebabkan polusi udara, mempengaruhi badan air ketika dibuang ke air serta dapat mengikis lapisan ozon menggunakan metode konvensional saat sampah dibakar, sehingga dapat meningkatkan dampak perubahan iklim (Ayilara *et al*. 2020). Kegiatan tersebut berkontribusi terhadap pemanasan global.

Sementara itu, transpormasi limbah organik (*terdegrdasi*) baik secara aerobik ataupun anaerobik pada saat kompos terbentuk, diolah secara aerob, biogas serta limbah dapat digunakan sebagai pupuk hayati (Khan *et al*. 2018). Hasil penelitian tersebut memperlihatkan tingginya komposisi sampah organik, sehingga diperlukan adanya solusi alternatif pengelolaan limbah dengan cara pengomposan. Lebih lanjut, teknik pengomposan yang sudah dilakukan saat ini diantaranya adalah aerob, bata berongga, vermicomposting, bata terawang, *hot composting*, lubang resapan biopori, open windrow, takakakura, starter mikroorganisme lokal (Aini *et al*., 2022; Alphitobius, 2019; Berongga & Vermikomposting, 2022; Muflikhatul, 2021; Mulyani & Mulyani, 2014; Nisaa & Ritonga, 2022; Satori *et al*., n.d.; Utomo *et al*., 2018; Widarti, 2018).

Adapun dalam penelitian ini pengkomposannya dilakukan dengan proses pencacahan limbah dan pemberiaan *feedeer* bakteri diawal. Pencacahan limbah padat domestik pada penelitian ini dilakukan melalui proses pencacahan halus dan pengadukan. Penelitian mengenai pengolahan limbah padat domestik dengan menggunakan komposter umumnya hanya dilakukan melalui satu tahap saja, sehingga hasil pemotongan limbah domestik dari komposternya masih kasar. Selain itu biasanya pemberian bakteri dilakukan pada akhir sehingga kurang efektif baik dari segi waktu dan biaya. (Mutaqin 2010; Sahwan *et al*. 2011; Anwar *et al*. 2019, Widyasari *et al*., 2018). Oleh karena itu pada penelitian ini pemberian *feeder* bakteri pada proses awal (pada *raw* materialnya), sehingga bakteri akan ikut bersama air dalam filter dan bercampur dengan produk sehingga menghasilkan kompos kualitas prima. Tujuan penelitian ini merancang inovasi produksi kompos yang memenuhi standar SNI 7763:2018.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Perumahan Yasmin No. 166, Sektor 6

Bogor, Jawa Barat. Sedangkan, analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah Institut Pertanian Bogor. Penenlitian telah dilaksanakan pada bulan November 2020–April 2021.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan kompos adalah timbangan, termometer, *humidity* meter, sendok pengaduk/garpu, botol semprot, perangkat uji pupuk total (PUPO), peat sampler, plastik sample, spidol, lakban, sekop, alat pelindung diri. Sedangkan, bahan-bahan yang digunakan pada tahap pembuatan kompos adalah sampah daun, kelobot jagung, sampah sayuran pasar, EM4, air, sarung tangan, terpal, masker, kotoran hewan ayam petelur, jumbo bag/stereofoam, plastik dan kelobot jagung.

Pengukuran dan Pengamatan

Kompos diamati suhu dan kelembabannya setiap pagi, siang, dan sore. Selama 21 hari. Sedangkan, kandungan kompos diukur untuk analisis mutu yaitu kandungan kadar air, N-total, C-organik, P dan K total setiap 0; 7; 14; dan 21 hari.

Analisis Data

Analisis data dengan teknik analisis deskriptif dengan membandingkan kedua perlakuan. Perlakuan pertama yaitu sampah daun EM4 300+KOHE. Sedangkan, perlakuan kedua yaitu sampah sayuran + jagung 50:50 + KOHE. Adapun tahapan pembuatan kedua perlakuan tersebut sebagai berikut:

a) Perlakuan pertama sampah daun EM4 300 + KOHE.
   (1) Siapkan semua alat dan bahan: sampah sayuran padat domestik, *feeder* bakteri, mesin pencacah halus.
   (2) Limbah domestik sisa sayuran atau buah-buahan dipisahkan dari sampah plastik, kulit durian yang bukan organik atau yang sulit terurai.
   (3) Ditimbang sampah sayuran sebanyak 25 Kg (kapasitas komposter 50 – 70 kg/per 5 jam)
   (4) Ditambahkan kelobot jagung sebanyak 25 Kg dengan asumsi (50:50)
   (5) Sampah sayuran dengan kelobot jagung di aduk pada terpal sampai homogen.
   (6) Sampah yang telah tercampur dengan kelobot jagung dimasukkan kedalam mesin komposter secara bertahap sebanyak 2,5 kg per 15 menit.
   (7) Sampah yang telah dicacah masukkan kedalam *mixer* diaduk selama 1 jam, sambil di semprotkan cairan EM-4 sampai homogen.
   (8) Komposisi EM-4 yang diberikan sebanyak 300 mL (50 kg), lalu ditera dengan air sampai mencapai volume 1 liter.
   (9) Kompos sampah sayuran yang telah melalui proses pencampuran, di letakkan di atas terpal, lalu ditambahkan KOHE (Kotoran Hewan) ayam petelur sebanyak 14 % dari berat sampah sayuran (7 kg)
   (10) Setelah proses pencampuran dengan KOHE, kompos di masukkan ke dalam *jumbo bag* lalu ditutup.
   (11) Keesokan harinya diamati temperatur dan kelembaban.
   (12) Kompos di kontrol aerasinya dengan cara pembalikan bahan, di atur suhu maksimum 55 ^{0}C, kadar air bahan 50–60 %, kelembaban dijaga 40–60 %. Adapun pH optimal untuk pengomposan 6,6–7,5.

b) Perlakuan kedua sampah sayuran + jagung 50:50 + KOHE
   (1) Sampah daun dipilih terlebih dahulu, diambil dari sampah plastik, kulit durian dan batuan.
   (2) Setelah dipilih lalu dimasukkan kedalam mesin pencacah pada pencacah halus dengan penambahan *feeder* bakteri sesuai dengan

konsentrasi, lalu di aduk melalui mesin pengaduk.

(3) Kadar air setelah digiling di atur sekitar 20–25 %. Apabila cacahan sampah masih tinggi kadar airnya, sebaiknya sebelum dicacah ditiriskan terlebih dahulu, sehingga proses penyerapan sebagain kadar air. Pengecekan kadar air dari hasil olahan/pupuk yang dihasilkan melalui test gempal; pupuk digempal dengan tangan kanan, setelah itu tangan dibuka. Lihat apakah gempalan langsung pecah atau lambat dan tidak pecah. Apabila langsung pecah berarti kadar airnya <20% dan bila tetap dan tidak mau pecah, artinya kadar air >25%.

(4) Cacahan sampah daun di masukkan kedalam bak macerating yang telah dilapisi terpal lalu ditutup oleh terpal, sambil diamati temperatur dan kelembaban.

(5) Pada saat penguraian akan terjadi perubahan/dekomposisi dari sampah menjadi pupuk yang akan menghasilkan gas, berupa NH_3, H_2S, CO_2. Gas-gas tersebut dapat mengganggu bahkan menurunkan metabolisme bakteri pengurai sehingga perlu dibuka terpal.

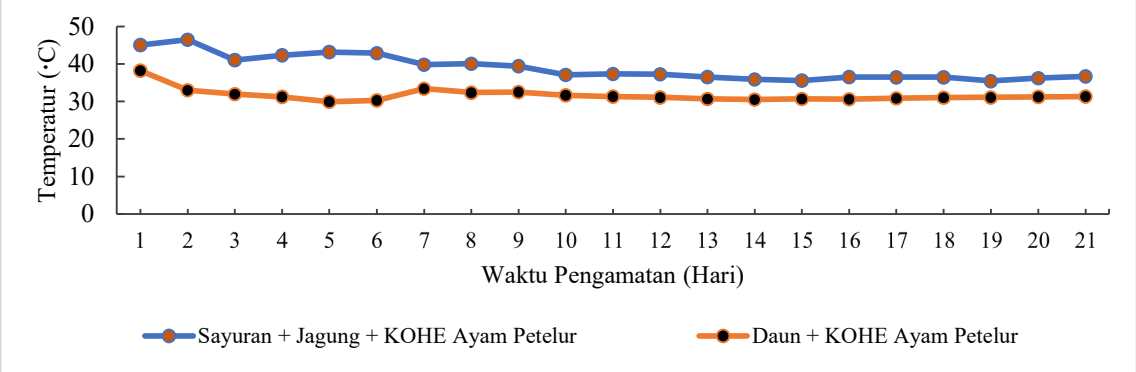
HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembaban

Berdasarkan Gambar 1, kondisi suhu pada bahan organik daun + KOHE Ayam Petelur semakin menurun selama 21 hari pengamatan. Penurunan tersebut disebabkan oleh aktivitas mikroba menurun dalam menguraikan kadar bahan organik yag tersedia serta menunjukkan bahwa kompos telah memasuki fase kematangan (Siagian *et al*. 2021).

Suhu mulai mengalami peningkatan pada hari ke-7 sebesar 34°C, hal tersebut menunjukkan bahwa proses perombakan campuran bahan kompos oleh mikroorganisme pengurai mulai aktif (Krisnawan *et al*. 2018). Proses pengomposan tidak memasuki fase termofilik karena peningkatan suhu tidak lebih dari 40°C. Proses penguraian oleh mikroorganisme terhenti pada fase mesofilik.

Kondisi suhu terbaik didapatkan pada hari ke 5 dan 6 yaitu 30°C saat pagi, siang maupun sore hari walaupun pada hari pengamatan berikutnya menunjukan terjadinya kenaikan. Berdasarkan SNI 7763:2018 kompos dinyatakan matang jika sudah mencapai suhu air tanah yaitu ≤30°C. Oleh sebab itu bahan organik daun dapat disimpulkan telah matang karena sesuai dengan suhu air tanah sebagaimana nilai suhu yang dipersyaratkan SNI 7763:2018.



Gambar 1. Nilai Suhu Proses Pengomposan

Perubahan suhu selama proses pengomposan bahan organik Sayuran + Jagung + KOHE Ayam Petelur disajikan pada (Gambar 1) memperlihatkan kondisi suhu bahan organik sayuran berbeda dengan bahan organik daun. Kondisi suhu pada bahan organik sayuran lebih tinggi dari bahan organik daun. Perbedaan tersebut ditandai dengan fase yang dialami oleh mikroba dalam melakukan perombakan bahan organik. Pada bahan organik sayuran terlihat suhu lebih dari 40°C yang diindikasikan sebagai fase termofilik, yaitu fase dimana terjadi proses dekomposisi yang sangat aktif oleh mikroba. Pada hari pertama perlakuan, teramati suhu mencapai 46 ^{0}C. Suhu terlihat semakin menurun selama 21 hari pengamatan. Kondisi tersebut berlangsung secara fluktuasi pada waktu pagi, siang, maupun sore.

Nilai suhu terendah pada sore hari didapatkan sebesar 35 ^{0}C dan tertinggi sebesar 46 ^{0}C. Pada hari ke 0 suhu terlihat tinggi pada sore dan siang hari sebesar 46 ^{0}C dan mulai menurun pada hari ketiga sebesar 39 ^{0}C sore hari, hal tersebut merupakan tahap dimana mikroba yang terdapat dalam bahan baku kompos organik sayuran mulai beradaptasi atau berkembangbiak. Kemudian pada hari ke 4-6 suhu mengalami peningkatan dengan suhu rata-rata 43 ^{0}C.

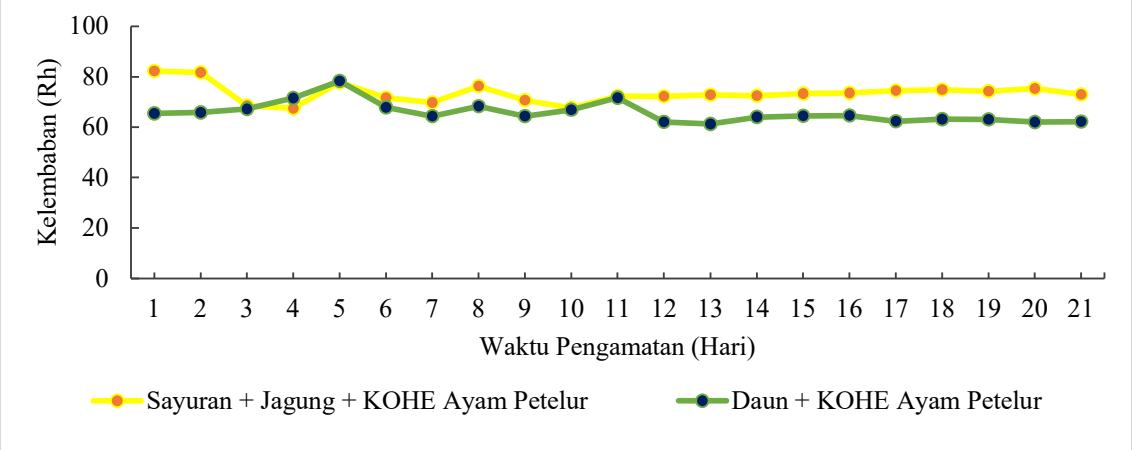
Kondisi tersebut merupakan fase termofilik dimana mikroorganisme pada bahan organik sayuran mulai aktif melakukan perombakan. Sedangkan pada hari ke 7-21 suhu menurun secara bertahap. Penurunan tersebut disebabkan oleh aktivitas mikroba menurun dalam menguraikan kadar bahan organik yag tersedia serta menunjukkan bahwa kompos telah memasuki fase kematangan. Nilai rata-rata tertinggi suhu sebesar 50 ^{0}C dan nilai rata-rata terendah suhu sebesar 35 ^{0}C. Suhu terendah pada bahan organik sayuran belum memenuhi standar SNI 7763:2018 sehingga perlu adanya penambahan waktu pengamatan untuk menurunkan suhu hingga mencapai ≤30°C.

Berdasarkan hasil penelitian bahan organik kompos daun selama 21 hari pada gambar 2 menunjukkan nilai kelembaban terendah pagi hari untuk tiga perlakuan sebesar 62%, sedangkan nilai maksimum didapatkan sebesar 75%. Indikasi telah tercapainya kesempurnaan proses pengomposan terlihat dari kematangan kompos yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada supply oksigen (Nurhayati 2016).

Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik larut dalam air. Kelembaban 50-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban dibawah 40%, menyebabkan aktivitas mikroba mengalami penurunan. Sebaliknya, jika kelembaban lebih besar dari 60% maka unsur hara akan tercuci dan menyebabkan berkurangnya volume udara, hal demikian berakibat pada aktivitas mikroba yang semakin menurun dan akan tetap terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tak sedap (Nurhayati 2016). Tak heran, anaerobik memiliki risiko lingkungan lebih dari sedang (Zheng *et al*., 2022).

Gambar 2 memperlihatkan nilai kelembaban cenderung diatas 60% yang artinya telah melewati standar minimum yang ditentukan. Namun demikian, pada hari ke-13 terlihat nilai kelembaban berada pada rentang optimum sebesar 56%. Selama proses pengomposan dilakukan pembalikan untuk menjaga kelembaban kompos pada kisaran 40-60%. Proses tersebut dilakukan karena kelembaban bahan kompos begitu tinggi dapat mengakibatkan aktifitas mikroorganisme terhambat sebab rongga pada bahan kompos daun terhalang oleh banyaknya tumpukan air sehingga kadar oksigen dalam tumpukan bahan organik daun menjadi berkurang. Pembalikan pupuk kompos sangat penting untuk dilakukan guna memasok udara dari dan/atau kedalam pupuk kompos sehingga dapat menstabilkan kondisi lingkungan jika begitu lembab (Atmaja *et al.* 2017).

Nilai kelembaban bahan organik kompos sayuran yang diamati selama 21 hari tidak memenuhi standar kelembaban maksimum yang dipersyaratkan. Nilai yang didapatkan pada (Gambar 2) melebihi standar 60% selama 21 hari pengamatan masih diatas 60%. Hal demikian disebabkan karena proses pengadukan yang dilakukan pada tumpukan bahan organik sayuran belum merata sehingga nilai kelembaban yang didapatkan begitu tinggi. Oleh karenanya, untuk mendapatkan hasil kelembaban terbaik yang berada pada kisaran 50-60% maka diperlukan penambahan waktu pengamatan. Kelembaban yang tidak sesuai berdampak pada penyebaran mikroba yang tidak merata sehingga proses penguraian bahan organik sayuran menjadi lebih lambat. Penambahan waktu pengamatan menjadikan proses pengomposan menjadi lebih lama namun merupakan salah satu cara yang perlu dilakukan untuk mendapatkan produk kompos terbaik.



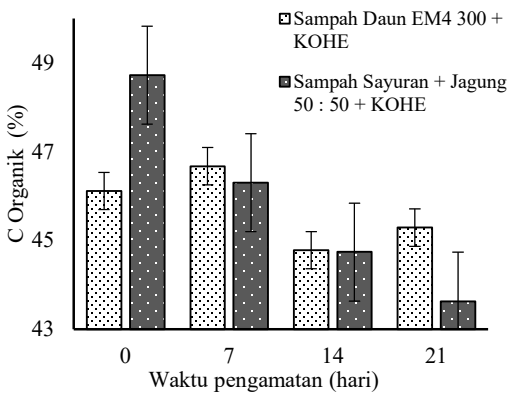
Gambar 2. Nilai Kelembaban pada Proses Pengomposan

Hasil Kandungan Hara Pupuk Kompos

Unsur hara merupakan kandungan yang dibutuhkan tanaman untuk memenuhi kesuburan tanah yang diserap oleh tumbuhan sesuai dengan ketersediaan dan jumlahnya. Munawar (2018) menambahkan unsur hara terbagi menjadi 2 bagian yakni unsur hara mikro dan makro, kedua unsur tersebut dibutuhkan tanaman dalam menunjang kesuburan. Unsur hara makro sangat dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar seperti N, P, K. Sebaliknya unsur hara mikro dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sedikit seperti Fe, Mn, Zn, B, Cu. Masing-masing unsur hara memiliki fungsi dan peranan yang berbeda dalam memenuhi kebutuhan tanaman sehingga kandungan pupuk kompos harus memenuhi jenis-jenis unsur hara tersebut. Pupuk kompos pada penelitian ini akan diteliti kandungan unsur hara makro yang terdiri dari C, N, C/P, P, K, C/N. Berikut beberapa kandungan unsur hara dijabarkan sebagai berikut.

a) C Organik (%)

Berdasarkan Gambar 3, pada hari ke-0 kandungan C organik sebesar 46,12% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 48,73% untuk sampah sayuran+jagung 50:50+KOHE. Kandungan tersebut mengalami penurunan pada hari ke-7, 14, hingga hari ke-21 dengan nilai kandungan akhir C organik sebesar 45,29% untuk sampah daun EM4 300+KOHE dan 43,63% untuk sampah sayuran + Jagung 50 : 50 + KOHE. Kandungan tersebut melebihi batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 7763:2018, nilai C organik maksimum yang dipersayaratkan pada SNI sebesar 32%.



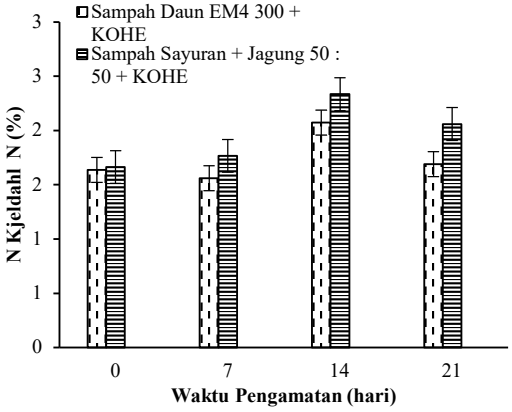
Gambar 3. Kadar C organik (%)

Kandungan C organik yang begitu besar disebabkan proses dekomposisi yang kurang sempurna. Kondisi tumpukan kompos berada pada skala kecil sehingga tumpukan tidak dapat mengisolasi dan mengeluarkan panas dengan cukup. Bila C-organik pada masing-masing kompos daun maupun sayuran begitu tinggi maka sangat berpengaruh terhadap kandungan N karena tidak sesuai dengan komposisi yang ditentukan. Akibatnya proses dekomposisi akan terhambat dan pertumbuhan mikroorganisme akan terganggu yang berdampak pada waktu pengomposan menjadi lebih lama. Namun demikian, bahan organik pada kedua jenis pupuk kompos secara bersamaan menujukan penurunan nilai C organik (%) walaupun masih terlihat lebih besar dari standar yang di tetapkan. Pada dasarnya, kedua bahan organik memerlukan waktu tambahan untuk mendegradasi bahan organik, perlu treatment lebih lanjut untuk mendapatkan kadar C organik yang sesuai.

Terbentuknya unsur karbon (C-organik) saat proses pengomposan karena adanya sumber karbohidrat sehingga dimanfaatkan oleh mikroorgananisme untuk mendekomposisikan bahan kompos. Selama proses dekomposisi, mikroorganisme memanfaatkan sumber karbon sebagai sumber energi untuk membentuk sel-sel baru (Rochaeni 2018). Unsur karbon dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi selama proses dekomposisi bahan organik (Hadiwidodo *et al,* 2018). Selama proses pengomposan, kadar C-organik untuk semua variasi kompos cenderung menurun dari awal hingga akhir pengomposan. Hal ini terjadi karena terjadi oksidasi senyawa karbon dalam kompos menjadi karbondioksida (CO_2). Kandungan C-organik tidak mempengaruhi kualitas tanaman yang ditanam, namun kualitas tanaman lebih dominan dipengaruhi oleh asupan hara yang diberikan pada saat pemupukan (Gani *et al.* 2021).

b) N Kjedahl (%)

Gambar 4 menunjukan terjadinya kenaikan kandungan Nitrogen (N) secara konsisten hingga hari ke-14 kemudian mengalami penurunan pada hari ke-21. Hari ke-0 kandungan N organik sebesar 1,64% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 1,66% untuk sampah sayuran + Jagung 50:50+KOHE. Kandungan tersebut mengalami kenaikan fase puncaknya pada hari ke-14 sebesar 2,07% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 2,15% untuk sampah sayuran + Jagung 50 : 50 + KOHE, pada hari ke-21 nilai kandungan N organik mengalami penurunan sehingga kandungannya menjadi 1,69% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 2,06% untuk sampah sayuran + Jagung 50 : 50 + KOHE. Kandungan tersebut telah memenuhi batas minimum yang ditetapkan dalam SNI 7763:2018, nilai N organik minimum yang dipersayaratkan pada SNI sebesar 0,40%.

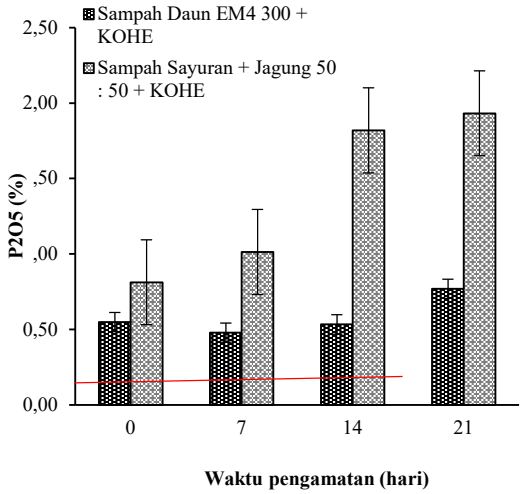


Gambar 4. Kadar N Kjedahl Kompos (%)

Kadar nitrogen pada pupuk kompos daun dan sayuran telah mencapai standar yang ditentukan, berada diatas kadar nitrogen yang ditetapkan SNI, artinya kandungan N pada kedua jenis kompos tersebut sangat baik dalam menguraikan bahan organik. Kadar nitrogen dibutuhkan mikroorganisme untuk memelihara dan pembentukan sel tubuh. Semakin banyak kandungan nitrogen, maka semakin cepat bahan organik terurai, karena mikroorganisme yang menguraikan bahan kompos memerlukan nitrogen untuk perkembangannya (Trivana dan Pradhana 2017, Widarti *et al.* 2015). Nitrogen dibutuhkan mikroorganisme untuk memelihara, pembentukan sel tubuh dan diserap tanaman dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^+) (Rochaeni, 2018). Nitrogen juga berperan penting dalam proses pelapukan atau dekomposisi bahan organik serta berfungsi dalam proses fotosintesis (Nurhayati 2016).

c) P_2O_5 (%)

Berdasarkan Gambar 5 memperlihatkan hari ke-0 kandungan Fosfor atau P_2O_5 organik sebesar 0,55% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 0,81% untuk sampah sayuran + Jagung 50:50+KOHE. Kandungan tersebut terus mengalami kenaikan hingga hari ke-21 yaitu sebesar 0,77% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 1,93% untuk sampah sayuran + Jagung 50:50+KOHE. Kandungan tersebut telah memenuhi batas minimum yang ditetapkan dalam SNI 7763:2018, nilai P organik minimum yang dipersayaratkan pada SNI sebesar 0,10%. Persyaratan nilai P organik minimum tersebut selaras dengan fungsi P_2O_5 untuk pertumbuhan, pembentukan protein, lemak, dan biji-bijian pada tanaman (Rochaeni 2018). Kekurangan unsur hara P_2O_5 dapat menyebabkan terjadinya hambatan pada pertumbuhan sistem perakaran, daun, batang.

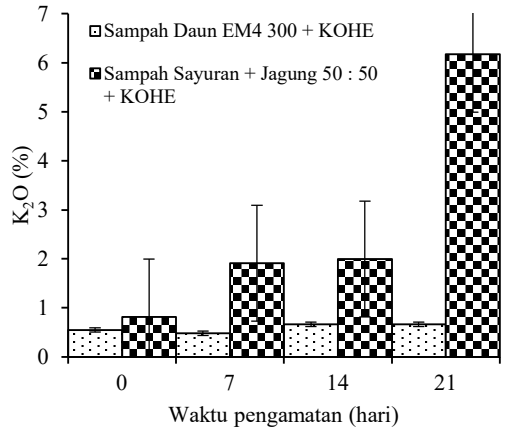


Gambar 5. Kadar P_2O_5 Kompos (%)

Sering pula terdapat pigmen merah pada daun bagian bawah, yang akan menyebabkan kematian (Nurhayati 2016). P_2O_5 dibutuhkan dalam pembelahan sel, sebagai titik tumbuhnya tanaman, dan pengembangan jaringan. Unsur P pada bahan organic juga berperan dalam proses fotosintesis, menjaga kesuburan tanah, dan fisiologi kimiawi tanaman. Jika terjadi kekurangan P_2O_5 maka tanaman tampak kerdil, daun menguning sebelum waktunya dan pertumbuhan akar yang sangat berkurang (Bachtiar dan Ahmad 2019).

d) K_2O (%)

Berdasarkan Gambar 6, terlihat pengamatan selama 21 hari untuk jenis sampah daun EM4 300 + KOHE dan sampah sayuran + Jagung 50:50 + KOHE menunjukan terjadi kenaikan kadar K_2O. Hari ke-0 kandungan K Total sebesar 0,52% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 1,20% untuk sampah sayuran + Jagung 50:50 + KOHE. Kandungan tersebut terus mengalami kenaikan hingga hari ke-21 yaitu sebesar 0,66% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 6,18% untuk sampah sayuran + Jagung 50 : 50 + KOHE.



Gambar 6. Kadar K_2O Kompos (%)

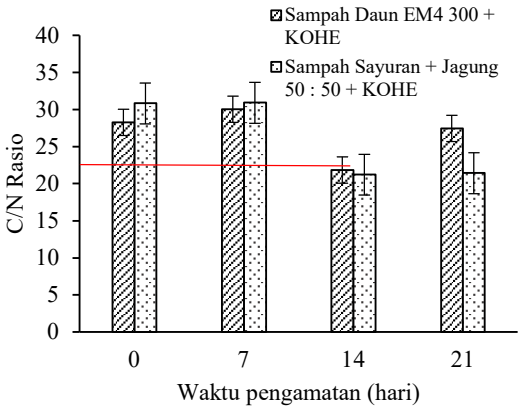
Kandungan tersebut telah memenuhi batas minimum yang ditetapkan dalam SNI 7763:2018, nilai K Total minimum yang dipersayaratkan pada SNI sebesar 0,20%. Batas maksimum nilai kalium belum diatur dalam SNI sehingga dapat diasumsikan kandungan kalium pada pupuk kompos daun maupun sayuran masih memenuhi standar dan kualitas yang ditetapkan.

Adapun kalium berperan penting untuk memperkuat batang tanaman, membantu proses fotosintesis, dan digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan komposan sebagai katalisator (Tantri *et al*, 2016). Aktifitas mikroorganisme sebagai pengurai bahan organik menyebabkan kadar kalium semakin meningkat pada kandungan bahan organik kompos. Variasi kandungan kalium pada pupuk kompos tidak dapat dipisahkan dari kinerja mikroorganisme yaitu kecepatan mikroba dalam proses dekomposisi. Pengikat unsur kalium berasal dari hasil dekomposisi bahan organik mikroorganisme dalam tumpukan bahan kompos (Bachtiar dan Ahmad 2019).

Kalium diikat dan disimpan dalam sel oleh bakteri dan jamur, jika dekomposisi kembali maka kalium akan tersedia kembali. Kalium dalam bentuk kompleks yang terkandung pada bahan kompos organik tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman untuk proses pertumbuhannya. Unsur kalium kompleks perlu dirombak oleh aktifitas mikroorganisme agar terdekomposisi menjadi unsur yang lebih sederhana sehingga dapat diserap oleh tanaman (Bachtiar dan Ahmad 2019).

e) C/N organik (%)

Berdasarkan Gambar 7 yang dilakukan pengamatan selama 21 hari untuk jenis sampah daun EM4 300 + KOHE dan sampah sayuran + Jagung 50 : 50 + KOHE menunjukan adanya penurunan kadar C/N. Pada hari ke-0 setelah melalui proses pengomposan terlihat nilai C/N begitu tinggi sebesar 28 untuk jenis sampah daun EM4 300 + KOHE dan 31 untuk jenis sampah sayuran + Jagung 50:50 + KOHE. Nilai tersebut melebihi syarat yang ditetapkan sesuai SNI 7763:2018 dimana nilai maksimal yang dipersyaratkan sebesar 25. Nilai rasio C/N terbaik diperoleh pada hari ke-14 yaitu sebesar 22:1 untuk sampah daun dan 21:1 untuk sampah sayuran. Nilai tersebut telah memenuhi standar mutu SNI 7763:2018 terkait pupuk kompos dari bahan organik yaitu nilai rasio C/N yang dipersyaratkan sebesar 25:1.



Gambar 7. Kadar C/N Kompos (%)

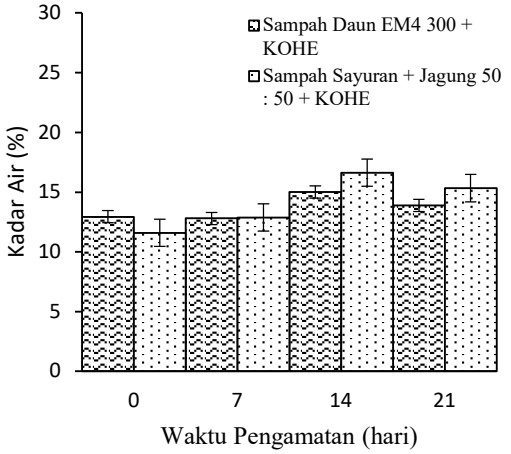
Nilai rasio C/N mencapai standar mutu SNI karena selama proses dekomposisi, terjadi berbagai perubahan karena aktifitas mikroorganisme sebagai bioaktivator bahan organik mentah (sampah) hingga menjadi kompos. Melalui perubahan tersebut maka kadar karbon akan menurun dan senyawa nitrogen yang larut (amonia) semakin meningkat. Mikroba perombak bahan organik membutuhkan karbon sebagai

sumber energi untuk proses pertumbuhan dan nitrogen sebagai pembentuk protein. Oleh karenanya, rasio C/N semakin rendah dan relatif stabil mendekati C/N tanah (Nurhayati 2016).

Indikator yang menandakan berjalannya proses dekomposisi dengan baik salah satunya dilihat dari komponen C/N yang telah terurai oleh mikroorganisme maupun agen dekomposer lainnya hingga mencapai kematangan. Perubahan rasio C/N terjadi selama pengomposan diakibatkan adanya penggunaan karbon sebagai sumber energi dan hilang dalam bentuk CO_2 sehingga kandungan karbon semakin lama berkurang. Indikator stabilitas kompos telah digunakan secara luas berdasarkan rasio C/N dan diperkirakan akan tetap stabil setelah kompos mencapai kematangannya (Kusmiyarti 2013).

f) Kadar air (%)

Kenaikan kandungan kadar air secara konsisten hingga hari ke-14 kemudian mengalami penurunan pada hari ke-21 (Gambar 8). Hari ke-0 kandungan kadar air organik sebesar 12,93% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 11,60% untuk sampah sayuran + Jagung 50:50 + KOHE. Kandungan tersebut mengalami kenaikan fase puncaknya pada hari ke-14 sebesar 15,01% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 16,63% untuk sampah sayuran + Jagung 50:50 + KOHE, pada hari ke-21 nilai kandungan kadar air organik mengalami penurunan sehingga kandungannya menjadi 13,88% untuk sampah daun EM4 300 + KOHE dan 15,33% untuk sampah sayuran + Jagung 50 : 50 + KOHE. Kandungan tersebut telah memenuhi batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 7763:2018, nilai kadar air organik maksimum yang dipersayaratkan pada SNI sebesar 50%. Kandungan air pada tumpukan bahan harus seimbang, jika kandungan air terlalu rendah maka aktivitas mikroba menjadi lambat sebaliknya jika kadar air terlalu tinggi maka ruang antara partikel dari limbah penuh dengan air, sehingga mencegah gerakan udara dalam tumpukan



Gambar 8. Kadar Air Kompos (%)

Bahkan, kadar air yang tinggi dapat mencegah pertambahan populasi dan metabolisme mikroba aerob sehingga memicu fermentasi anaerob yang menimbulkan bau dari akumulasi metana, lindi, dan belatung (Rochaeni, 2018). Hal yang sama dijelaskan oleh Tantri *et al.* (2016) banyaknya kadar air mengakibatkan struktur bahan menjadi lebih padat, sehingga sumber makanan yang diperlukan oleh mikroba terlumerkan serta dapat memblokir oksigen untuk masuk.

Kadar air pada kedua perlakuan bahan tersebut tidak begitu berbeda jauh, kadar air bahan organik sayuran sedikit lebih tinggi dari bahan organik daun, namun selisih diantara kedua perlakuan tersebut sekitar 2-4% selama 21 hari pengomposan. Kadar air yang didapatkan pada kedua perlakuan bahan jauh berada dibawah maksimum yang dipersyaratkan pada SNI 7763:2018. Kandungan kadar air yang sesuai menyebabkan pertumbuhan mikroba semakin menyebar karena sirkulasi oksigen pada tumpukan bahan organik tetap masuk kedalam pori-pori bahan. Selama 21 hari pengomposan terlihat persentase kadar air tidak mengalami perubahan yang signifikan, range nilai kadar air masih berada dibawah 20% yang artinya selisih antara kadar air maksimum sesuai SNI

dengan hasil pengamatan pada penelitian ini diatas 30%. Oleh karenanya nilai persentase kadar air pada kedua perlakuan bahan memenuhi standar yang ditentukan dalam SNI 7763:2018.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pupuk kompos terbaik dan efektif berdasarkan analisis of varian terlihat berbeda nyata pada kandungan C organik dan K2O adalah pupuk kompos dari bahan organik daun.
2. Feeder bakteri yang tepat digunakan adalah EM-4 mampu menghasilkan pupuk Total yang memiliki unsur hara N, C/P, P, K, C/N sesuai dengan SNI 7763:2018 selama 21 hari pengomposan.

Saran

Saran untuk mengembangkan penelitian selanjutnya diperlukan penambahan waktu pengomposan yang lebih dari 21 hari sehingga mendapatkan hasil kandungan unsur hara yang berbeda nyata atau efektif pada seluruh kandungan unsur hara makro.

DAFTAR PUSTAKA

Afifudin, Pengaruh Berbagai Aktivator Terhadap C/N Rasio Kompos Kotoran, Penerbit CV. Sinar Indah, Bogor, 2011.

Aini, S. N., Septiana, A. R. S. L. M., Ramadhani, W. S., & Prasetyo, D. 2022. Pengomposan Limbah Pertanian In Situ Menggunakan Starter Mikroorganisme Lokal di Desa Bawang Sakti. 6(3), 1732–1745.

Alphitobius, K. 2019. Efektivitas Maggot Bsf (*Hermetia Illucens*) dan Ulat Limbah Sayur Menjadi PupuK Total dengan Penambahan Limbah Darah Sapi Melalui Proses.

Anwar, S., Indro W.H.R, Triyantoro. B, Wibowo, G.M. 2019. Pembuatan Pupuk Kompos dengan Komposter dalam Pemanfaatan Sampah di desa Bringin Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang. Jurnal LINK, 15 (1), 46-49. doi: 10.31983/Link.v15i1.4441.

Bachtiar B, Ahmad AH. 2019. Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassia Siamea dengan Penambahan Aktivator Promi. Jurnal Biologi Makassar. 4(1) 68-76.

Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. 2013. Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. Waste Management, 33(3), 764-773.

Berongga, B., & Vermikomposting, D. A. N. 2022. Studi Komparasi Metode Pengomposan Secara Windrow, Bata Berongga dan Vermikomposting. 19(1), 121–128.

Hadiwidodo M, Sutrisno E, Handayani DS, Febriani MP. 2018. Studi Pembuatan Kompos Padat dari Sampah Daun Kering TPST Undip dengan Variasi Bahan Mikroorganisme Lokal (MOL) Daun. 15(2): 79-85.

Khan, M.; Chniti, S.; Owaid, M. An overview on properties and internal characteristics of anaerobic bioreactors of food waste. J. Nutr. Health Food Eng. 2018, 8, 319–322.

Krisnawan KA, Tika IW, Madrini IAGB. 2018. Analisis Dinamika Suhu pada Proses Pengomposan Jerami dicampur Kotoran Ayam dengan Perlakuan Kadar Air. 6(1): 25-32.

Muflikhatul, A. (2021). Pengurangan Karbon (C) pada Serasah Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Daun Trembesi (*Samanea saman*) Melalui Metode Pengomposan Lubang Resapan Biopori Inovatif

Reduction of Carbon (C) on Angsana (*Pterocarpus Indicus*) and Trembesi (*Samanea Saman*) Leaf Litter Using Innovative Biopori Infiltration Hole Composting Method. 10(C), 234–244.

Mulyani, H., & Mulyani, H. (2014). Pengembangan Model Pengomposan Aerob di Desa Paten Gunung, Kota Magelang, Provinsi Jawa Tengah. 15(2).

Munawar, A. (2018) Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman. PT Penerbit IPB Press.

Mutaqin, Totok Heru TM, 2010. Pengelolaan Sampah Limbah Rumah Tangga dengan Komposter Elektrik Berbasis Komunitas. Litbang Sekda DIY Biro Adm. Pembangunan. 2(2).

Nisaa, R. A., & Ritonga, R. F. 2022. Proses Pengomposan Takakura di Perumahan Coco Garden Klapanunggal, Kabupaten Bogor. 6(3), 2045–2058.

Nurhayati. 2016. Efektivitas EM4 dan MOL Sebagai Aktivator Dalam Pembuatan Kompos Dari Sampah Sayur Rumah Tangga (Gerbage) Dengan Menggunakan Metode Takakura [skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatra Utara.

Sahwan, F.L, Wahyono, S, Suryanto, F. 2011. Kualitas Kompos Sampah Rumah Tangga yang Dibuat dengan Menggunakan Komposter Aerobik. Teknologi Lingkungan. 12 (3):233-240. doi:10.29122/jtl.v12i3.1231.

Satori, M., Prastyaningsih, E., Srirejeki, Y., Nur, T. H., Nurmalasari, N. R., & Nuralam, I. (n.d.). Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Metode Bata Terawang. 135–145.

Siagian SW, Yuriandala Y, Maziya FB. 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.

Tantri TPTN, Supadma AN, Arthagama IDM. 2016. Uji Kualitas Beberapa Pupuk Kompos yang Beredar di Kota Denpasar. E-jurnal Agroteknologi Tropika. 5(1): 52-61.

Trivana L, Pradhana AY. 2017. Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec. Jurnal Sains Veterinir. 35(1): 136-144.

Utomo, P. B., Nurdiana, J., Lingkungan, J. T., Teknik, F., Mulawarman, U., & Kelua, K. G. 2018. Evaluasi Pembuatan Kompos Organik dengan Menggunakan Metode Hot Composting. 2, 28–32.

Widarti BN, Wardhini WK, Sarwono E. 2015. Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang. Jurnal Integrasi Proses. 5(2): 75-80.

Widarti, B. N. 2018. Pengaruh Penggunaan Metode Open Windrow dan Takakura Terhadap Pengomposan Dedaunan Kering. 19(1), 115–122.

Widyasari NL, Suyasa BIW, Dharma SIGB. 2018. Upaya Pengelolahan Limbah Kotoran Babi Menjadi Kompos Menggunakan Komposter Rumah Tangga. Ecotrophic. 12(2):104 – 116.

Zheng, X., Zou, D., Wu, Q., Wang, H., & Li, S. 2022. Review on fate and bioavailability of heavy metals during anaerobic digestion and composting of animal manure. Waste

Management, 150(July), 75–89. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.06.033