

KARAKTERISASI PUPUK ORGANIK CAMPURAN LIMBAH SAYUR DAN KULIT BUAH MELALUI PROSES FERMENTASI ANAEROB

Dian Mira Fadela¹, Ahmad Zakaria*¹, Endang Sri Lestari¹, Jenny Anna Margaretha Tambunan¹, Aynuddin¹, Ratnawati L. Djanis¹, Erna Styani¹, Rosalina¹, Nurdiani¹, Silvia Rachmi¹, Chairil Anwar¹, Fachrurrazie², Wittri Djasmarsari³

¹ Program Studi Pengolahan Limbah Industri, Politeknik AKA Bogor, Bogor, 16154 Indonesia

² Program Studi Analisis Kimia, Politeknik AKA Bogor, Bogor, 16154 Indonesia

³ Program Studi Penjaminan Mutu Industri Pangan, Politeknik AKA Bogor, Bogor, 16154 Indonesia

*e-mail: ahmadzakaria230669@gmail.com

diterima: 25 September 2024; direvisi: 21 Oktober 2024; disetujui: 27 Oktober 2024

ABSTRAK

Limbah makanan merupakan masalah lingkungan signifikan, mengakibatkan pemborosan sumber daya dan emisi gas rumah kaca. Studi ini mengkaji pengolahan limbah makanan menggunakan fermentasi anaerob (FA) dan pengomposan, bertujuan untuk memulihkan nilai limbah dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam penelitian ini, limbah makanan, limbah kulit buah, sampah dedaunan kering dan bahan organik lainnya dikomposkan menggunakan komposter anaerob, dengan pengamatan meliputi pH, suhu, kadar air, dan kandungan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan logam berat. Hasil menunjukkan bahwa pH kompos berkisar antara 7,2-7,4, memenuhi standar SNI 19-7030-2004. Kadar nitrogen total mencapai 1,78-3,10%, sedangkan fosfor berkisar antara 0,5-1,2%. Kandungan logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) berada di bawah ambang batas aman untuk pupuk organik. Teknik FA dan pengomposan efektif dalam mengubah limbah makanan menjadi pupuk organik berkualitas yang memenuhi standar nasional, sekaligus berpotensi mengurangi polusi lingkungan.

Kata Kunci: C-organik, Kompos anaerob, Logam berat, Rasio C/N

CHARACTERIZATION OF ORGANIC FERTILIZER FROM A MIXTURE OF VEGETABLE AND FRUIT PEEL WASTE THROUGH AN ANAEROBIC FERMENTATION PROCESS

ABSTRACT

Food waste is a significant environmental issue, leading to resource wastage and greenhouse gas emissions. This study examines the treatment of food waste through anaerobic fermentation (AF) and composting, aiming to recover value from waste and reduce negative environmental impacts. In this research, food waste, fruit peels waste, dry leaves, rotten kale and mustard greens, and other organic materials were composted using an anaerobic composter, with observations covering pH, temperature, moisture content, and nutrient levels such as nitrogen, phosphorus, and heavy metals. The results show that the compost pH ranged between 7.2 and 7.4, meeting the standards of SNI 19-7030-2004. Total nitrogen content reached 1.78-3.10%, while phosphorus ranged from 0.5-1.2%. Heavy metal concentrations, including lead (Pb) and cadmium (Cd), were below the safe limits for organic fertilizers. In conclusion, AF and composting techniques effectively convert food waste into high-quality organic fertilizer that meets national standards, with the potential to reduce environmental pollution.

Keywords: Anaerobic compost, C/N ratio, C-Organic, Heavy metals

PENDAHULUAN

Limbah makanan merupakan produk sampingan yang tidak dapat dihindari dalam kehidupan saat ini. Meskipun jumlah pasti limbah makanan di seluruh dunia tidak pasti, hasil laporan menunjukkan bahwa sekitar sepertiga makanan yang dimaksudkan untuk konsumsi manusia hilang atau terbuang dalam rantai pasokan makanan; jumlah ini memiliki nilai produksi \$750 miliar dan menyumbang 6,8% emisi gas rumah kaca tahunan di seluruh dunia (Pramanik, dkk., 2019). Pemborosan makanan merupakan penggunaan sumber daya (tanah, air dan pupuk) secara tidak produktif dan berlebihan serta dapat menyebabkan degradasi lingkungan. Hal ini terjadi pada saat 821 juta orang kekurangan akses terhadap pangan yang cukup dan upaya-upaya sedang dilakukan untuk memperluas pasokan pangan guna mengakomodasi permintaan populasi yang terus bertambah (Chew, dkk., 2021; Rizzoli, dkk., 2023; Slorach², dkk., 2019).

Sejumlah penelitian penilaian siklus hidup menunjukkan bahwa cara terbaik untuk mengurangi limbah makanan adalah dengan mencegahnya. Meskipun demikian, limbah makanan pasti akan diproduksi di sepanjang rantai pasokan, oleh karena itu masuk akal untuk memulihkan nilai dari aliran limbah ini. Tidak ada hal pasti yang disepakati mengenai limbah makanan karena banyak organisasi mempunyai pendapat berbeda mengenai jenis bahan makanan yang harus dimasukkan dan batasan rantai pasokan. Misalnya, limbah makanan adalah hilangnya makanan yang dapat dimakan selama penjualan dan konsumsi, sedangkan kehilangan makanan didefinisikan oleh Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) sebagai berkurangnya makanan yang dapat dimakan untuk konsumsi manusia hingga makanan tersebut habis (Slorach¹, dkk., 2019; Song dkk., 2021; Tian, dkk 2021). Namun, proyek limbah makanan yang didukung oleh *European Commission* memperluas definisi ini hingga mencakup keseluruhan rantai pasokan makanan serta bagian makanan yang

tidak dapat dimakan. Saat menggunakan sisa makanan yang dapat dimakan sebagai aliran limbah yang berharga, tidak ada perbedaan yang jelas antara komponen yang dapat dimakan dan yang tidak dapat dimakan, meskipun pelacakan hilangnya sisa makanan yang dapat dimakan sangat penting untuk memenuhi target pengurangan limbah. Komponen limbah “makanan rumah tangga” yang dapat dimakan dan tidak dapat dimakan dimasukkan dalam definisi penelitian ini (Dalke, dkk., 2021; Song, dkk., 2021).

Limbah makanan dihasilkan di setiap tahap rantai pasokan, termasuk penolakan panen, kerugian produksi dan pemrosesan, makanan yang tidak terjual secara eceran, dan pembuangan ke konsumen. Negara-negara maju biasanya mengalami kerugian pasca panen yang besar karena penyimpanan yang tidak memadai dan terbatasnya akses terhadap alat pendingin, sementara negara-negara miskin biasanya mengalami kerugian yang signifikan terkait dengan tahap konsumsi (Slorach¹, dkk, 2019; Slorach², dkk, 2019; Song, dkk., 2021).

Sebagian besar sampah makanan dikumpulkan bersama dengan sampah kota lainnya dan dibuang ke tempat pembuangan sampah atau dibakar. Namun, potensi kerusakan yang ditimbulkannya terhadap lingkungan kini semakin tinggi. Proses pembakaran sampah tidak melepaskan metana ke atmosfer dan memungkinkan pemanfaatan panas untuk produksi listrik (Han, dkk., 2019; Pramanik dkk, 2019; Song, dkk., 2021). Namun, beberapa buah dan sayuran memiliki nilai kalor yang rendah atau bahkan nilai kalor negatif karena tingginya kadar air limbah makanan domestik. Nutrien dari sisa makanan tidak dapat diperoleh kembali melalui penimbunan atau pembakaran; nutrisi ini dapat membantu pertumbuhan tanaman baru. Oleh karena itu, perlu untuk beralih dari pembakaran dan penimbunan tempat pembuangan sampah ke teknik pengolahan alternatif yang memungkinkan ekstraksi nilai jangka panjang dari aliran limbah makanan (Arbi dkk., 2019; Pramanik, dkk., 2019).

Fermentasi anaerob (FA) dan pengomposan kini menjadi teknik pengolahan limbah makanan yang paling banyak digunakan. Bahan-bahan ini dapat dimanfaatkan untuk mengisi kembali lahan pertanian dengan nutrisi. Saat ini, FA dan pengomposan digunakan di Inggris untuk mengolah sekitar 10% limbah makanan domestik yang dikumpulkan secara individu atau bersamaan dengan sampah kebun. Namun sebelum digunakan secara luas, penting untuk memahami dengan baik keuntungan dan dampak pengolahan limbah makanan domestik baik dengan FA atau pengomposan terhadap lingkungan (Sulfianti dkk., 2021; Dalke, dkk., 2021; Slorach², dkk, 2019).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan yaitu: alat komposter anaerob, gunting, pisau, terpal, timbangan, talenan, thermometer tanah, indikator universal, rol meter.

Bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah sampah pasar (limbah kangkung dan sawi busuk), sampah kulit buah nenas, daun kering dan basah, limbah sisa makanan, air, gula, pupuk kandang, dan EM4.

Metode Pengujian

Pengujian ini dimulai dengan mempersiapkan sampah organik berupa sawi busuk, kangkung busuk, kulit buah nenas daun kering, daun basah dan limbah sisa makanan yang dipotong atau dicincang ukuran 1-2 cm. Kemudian tambahkan *starter* yang sudah diencerkan 5-10 kali menggunakan air larutan gula 1% sebagai larutan pengencer. Sampah organik yang sudah ditambahkan *starter* lalu dimasukkan kedalam komposter kemudian catat tinggi dan suhu awal kompos. Kemudian komposter ditutup dan diletakkan pada area yang tidak terkena hujan dan sinar matahari langsung. Komposter yang digunakan berjumlah 6 buah.

Pemantauan pH pupuk

Sampel pupuk diambil 10 gram lalu dimasukkan kedalam gelas beaker 250 mL. Kemudian tambahkan akuades secukupnya. Selanjutnya celupkan indikator pH universal dan catat pH yang diperoleh. Hal ini dilakukan secara berkala setiap 3 kali sehari.

Pemantauan Penyusutan Pupuk

Proses pemantauan penyusutan pupuk dilakukan dengan menggunakan penggaris. Proses ini dilakukan secara berkala setiap 1 minggu selama 1 bulan.

Pengujian Sampel Pupuk

Pengujian Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Fe, dan Mn)

Sampel pupuk yang sudah dihaluskan ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian dimasukkan kedalam labu digestion serta ditambahkan HNO₃ dan 0,5 ml HClO₄. Block digester dipanaskan mulai dengan suhu 100°C, setelah muncul uap kuning, suhu dinaikkan hingga 200°C. Proses destruksi diakhiri apabila sudah keluar uap putih dan cairan dalam labu tersisa 0,5 mL. Setelah hasil destruksi dingin, tambahkan H₂O hingga volume menjadi 50 mL. Kocok hingga homogen, biarkan selama 1 hari atau disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman 41. Kemudian buatlah deret standar logam Pb, Cd, Cu, Fe, dan Mn dengan konsentrasi 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ppm dari larutan induk masing-masing logam 1000 mg/L dengan menggunakan pelarut HNO₃ encer (0,02N). Kadar logam berat dalam ekstrak jernih diukur dengan spektrometer serapan atom. Dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar Logam } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{C_{\text{terukur}} \times F_p \times V}{\text{Bobot}}$$

Keterangan :

F_p = Faktor Pengali

V = Volume Labu Takar (L)

C terukur = Konsentrasi Terukur (mg/L)

Pengujian Total Nitrogen (N)

Pada proses ini, 1 gram sampel dimasukkan kedalam labu kjeldahl/tabung digestor dengan menambahkan campuran selenium sebanyak 0,5 gram dan 5 mL H₂SO₄. Kemudian proses destruksi dilakukan secara bertahap dimulai dari suhu 150°C sampai suhu 350°C sampai diperoleh cairan jernih selama ±3 jam.

Setelah dingin, masukkan cairan kedalam labu didih destilator 250 mL dan tambahkan aquabides hingga 125 mL dan tambahkan batu didih. Kemudian, siapkan penampung destilat yaitu HCl encer 10 mL atau H₃BO₃ 1% dalam erlenmeyer 100 mL yang dibubuhi 3 tetes indikator Conway.

Selanjutnya, proses destilasi dilaksanakan dengan menambahkan 30 mL NaOH 30 %, proses selesai apabila volume cairan dalam erlenmeyer sudah mencapai 75% mL. Kemudian destilat dititrasasi dengan NaOH 0,05 N jika penampungnya adalah HCl encer dan distilat dititrasasi dengan H₂SO₄ 0,05 N jika penampungnya H₃BO₃1%. Kemudian hasil yang diperoleh diolah menggunakan rumus berikut.

$$\text{Kadar Nitrogen Total (\%)} = \frac{|V_2 - V_1| \times N \times Mr N}{\text{Bobot Sampel}} \times 100\% \times fk$$

Keterangan :

Fk = Faktor Koreksi

V = Volume (mL)

V₂ = Volume Sampel (mL)

V₁ = Volume Sampel (mL)

N = Normalitas (N)

Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dimulai dengan menimbang sampel sebanyak 10 gram pada cawan porselen. Kemudian, cawan yang sudah berisi sampel dipanaskan pada oven dengan suhu 105°C selama 3-5 jam, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga memperoleh bobot tetap.

Pengukuran pH

Pada proses ini, 10 gram sampel dimasukkan kedalam vial pengocok

kemudian ditambahkan aquadest sebanyak 50 mL. Kemudian masukkan vial kedalam *shaker* selama 30 menit. Selanjutnya suspensi tanah diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 7,0 dan pH 4,0.

Pengujian Kadar C-Organik

Pengujian kadar C-Organik, 5 gram sampel dimasukkan kedalam cawan porselen, kemudian dimasukkan kedalam tanur. Mula-mula sampel diabukan pada suhu 300 oC selama 1,5 jam dan selanjutnya pada suhu 550-600 oC selama 2,5 jam. Lalu Tanur dimatikan dan dibiarkan semalaman. Lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga memperoleh bobot tetap.

$$\text{Kadar C - Organik (\%)} = \left(\frac{|W_1 - W_2|}{W_1} \times 100\% \times fk \right) \times 0,58$$

Keterangan :

W₁ = Bobot awal (gram)

W₂ = Bobot akhir (gram)

Fk = Faktor Koreksi

Pengujian Kadar Fosfor

Proses pengujian Fosfor dimulai dari mengambil larutan kerja Fospat 100 mg/L dipindahkan 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; dan 5,0 mL ke masing-masing labu takar 100 mL, kemudian masing-masing labu ditambahkan 5 mL larutan ammonium molibdovanadat lalu ditera pakai akuades dan dihomogenkan.

Selanjutnya, sejumlah 1 g sampel pupuk ditimbang dan dimasukkan dalam gelas piala 250 mL kemudian ditambahkan 25 mL asam nitrat 1:3 sambil dipanaskan dan diaduk diatas *hotplate* dan *stirrer* sampai volume berkurang setengahnya, lalu ditambahkan akuades sampai volume 50 mL. Kemudian pemanasan dilanjutkan sehingga volume tinggal setengahnya, lalu sampel didinginkan sampai mencapai suhu kamar, lalu dipindahkan secara kuantitatif ke labu takar 100 mL dan ditera pakai akuades dan dihomogenkan. Kemudian larutan sampel disaring, dan filtratnya dipindahkan 5 dan 25

mL ke masing masing labu takar 100 mL lalu ditambahkan 5 mL larutan ammonium molibdovanadat. Volume larutan tersebut ditera dan dihomogenkan dengan akuades.

$$\text{Kadar Fosfor } \left(\frac{\text{mg}}{\text{Kg}} \right) = \frac{C_{\text{terukur}} \times F_p \times V}{\text{Bobot}}$$

Keterangan :

F_p = Faktor Pengali

V = Volume Labu Takar (L)

C terukur = Konsentrasi Terukur (mg/L)

Pengujian Kadar Bahan Ikutan

Pada proses ini, sampel sebanyak 300 gram dimasukkan kedalam gelas piala. Sampel yang merupakan bahan ikutan dipisahkan, lalu dimasukkan kedalam gelas piala lainnya yang telah diketahui bobotnya. Kemudian gelas piala yang telah diisi bahan ikutan ditimbang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Pupuk

Pengomposan merupakan suatu proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis oleh mikroba – mikroba tertentu yang merubah limbah organik menjadi kompos melalui aktivitas biologis dalam kondisi yang terkontrol. Selama proses dekomposisi, pupuk kompos mengalami perubahan terhadap bentuk fisiknya (warna, bau dan tekstur). Perubahan tersebut terjadi karena pengaruh dari penambahan bahan yang dicampur kedalam kompos serta aktivitas mikroorganismenya yang terkandung didalam bahan organik dan starter yang digunakan dalam pembuatan kompos. Hasil pemantauan dilakukan sebanyak 4 kali selama 1 bulan, berdasarkan perlakuan data dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pemantauan Sampel Pupuk

Tanggal	pH	Tinggi (cm)	Suhu (°C)	Warna
13/11/23	6,2-6,5	34,5-36	32-33	Coklat
20/11/23	7,5-8,7	26-28	30-31	Coklat
27/22/23	8,2-9,1	22-23,5	28-29	Coklat Kehitaman
4/12/23	7,2-7,4	18-19,5	26-28	Coklat Kehitaman

Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H⁺ dalam larutan, yang dinyatakan sebagai $-\log [H^+]$. Peningkatan konsentrasi H⁺ menaikkan potensial larutan yang diukur oleh alat dan dikonversi dalam skala pH. Elektroda gelas merupakan elektrode selektif khusus H⁺, hingga memungkinkan untuk hanya mengukur potensial yang disebabkan kenaikan konsentrasi H⁺. Potensial yang timbul diukur berdasarkan potensial elektrode pembanding (kalomel atau AgCl). Biasanya digunakan satu elektrode yang sudah terdiri atas elektrode pembanding dan elektrode gelas (elektroda kombinasi). Berdasarkan hasil yang diperoleh, proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH antara 6,5 sampai 7,5, fungi berkembang cukup baik pada kondisi pH agak asam. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada seluruh

sampel kompos Anerob, pH yang dihasilkan sudah sesuai dengan SNI 19- 7030-2004 dimana pH pupuk kompos pada pengukuran setelah 1 bulan berkisar 7,2 – 7,4. Hal itu terjadi diduga karena terjadinya proses pelepasan asam, secara temporer atau lokal yang menyebabkan penurunan pH, sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase awal pengomposan. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral. Berdasarkan besaran pH yang diperoleh pH sampel memenuhi standar baku mutu sesuai dengan SNI nomor 7763 Tahun 2018 yaitu 4-9.

Warna kompos yang baik dan sudah matang adalah coklat sampai hitam dan perubahan sangat tergantung dari bahan dasar dalam pembuatan kompos. Kompos

yang telah matang akan terasa lunak ketika dihancurkan karena selama proses pengomposan bahan organik mengalami proses penguraian dan perubahan pada bahan segar, pembentukan substansi sel mikroba dan transformasi menjadi bentuk amorf berwarna gelap. Substansi inilah yang disebut materi seperti tanah. Kematangan kompos dipegaruhi oleh beberapa faktor yang terjadi selama proses pengomposan. Setelah proses pengomposan selesai, bahan baku berubah warna menjadi coklat kehitaman. Perubahan warna yang terjadi dapat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang bekerja selama proses penguraian. Warna yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi standar (SNI 19-7030-2004) yaitu kompos berwarna coklat kehitaman.

Sifat fisik proses pengomposan bahan organik ditandai dengan adanya perubahan yang terjadi pada tekstur bahan dasar kompos selama proses dekomposisi berlangsung. Bahan organik yang ditambahkan pada saat pembuatan kompos terurai merata dan menyatu bersamaan dengan bahan dasar dan tidak menyerupai bentuk komposisi awal lagi. Kondisi ini selama proses pengomposan berlangsung bahan tambahan mengalami proses penguraian.

Proses dekomposisi dan aktivitas mikroorganisme berjalan dengan baik dan menunjukkan bahwa kompos telah matang. Kompos yang sudah matang berbau seperti tanah dan harum. Pupuk yang sudah matang akan berbau seperti humus atau tanah, bila komposisi berbau busuk menandakan bahwa proses dekomposisi belum selesai dan proses penguraian masih berlangsung. Hasil ini sudah sesuai dengan standar (SNI 19-7030-2004) bahwa kompos matang berbau tanah. Pada Tabel diatas dapat diketahui bahwa suhu sangat tinggi pada hari pertama kemudian mengalami penurunan setelah hari kedua dan seterusnya. Hal itu terjadi karena adanya proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai yang mampu menekan pertumbuhan bakteri. Suhu pengomposan mempunyai pengaruh baik karena mampu menurunkan bakteri patogen

(mikroba atau gulma), jika suhu dalam proses pengomposan hanya berkisar kurang dari 20°C, maka kompos dinyatakan gagal sehingga harus diulang kembali. Pada sampel aerob dan anaerob suhu sudah sesuai dengan persyaratan kematangan kompos.

Pengujian Logam Berat

Hasil pengujian logam berat, yaitu Pb, Cd, Cu, Fe, dan Mn dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian Logam Berat

Kadar Logam (mg/kg) Dry Basis				
Pb	Cd	Cu	Fe	Mn
Tt	tt	tt	25.8-158.5	tt

tt =tidak terdeteksi

Dari Tabel 2 dapat diketahui Sampel Anaerob memenuhi syarat yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil uji kualitas kandungan logam berat sampel tersebut dapat digunakan untuk dijadikan produk pupuk organik. Kandungan logam pada tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya, kecuali terjadi interaksi diantara logam oleh tanaman. Akumulasi logam pada tanaman tidak hanya tergantung pada kandungan logam dalam tanah, tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, jenis logam, pH tanah dan spesies tanaman (Wang, dkk., 2019).

Pengujian Nitrogen Total

Berdasarkan hasil pengujian, sampel kompos yang diuji memiliki kandungan Nitrogen Total yang melebihi standar kualitas minimal yang di tetapkan yaitu sebesar 1,78%.-3,10% Jika dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI, 2004) hasil yang diperoleh juga jauh lebih tinggi bahwa kandungan nitrogen kompos minimal 0,40%. Kandungan N dalam kompos sangat dipengaruhi oleh proses pengomposan dan bahan baku yang digunakan dan juga dipengaruhi oleh proses pengomposan yang terjadi. Unsur N cenderung tertahan dalam tumpukan

kompos dan selama proses dekomposisi unsur N yang hilang hanya sebanyak 5% dibandingkan unsur C yang hilang sebanyak 50% (Annis, dkk., 2019).

Pengujian C-Organik

Kandungan C – Organik yang diperoleh pada sampel anaerob sebesar 9,95-14,90 %, hal ini menunjukkan bahwa kandungan C-Organik memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu 9,80% - 32%. Semakin rendah kandungan C-organik kompos menandakan semakin bagus proses dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme selama proses pengomposan.

Kandungan C- organik kompos yang telah matang mengalami penurunan kandungan C- organik bahan awal kompos, karena proses perombakan yang terjadi selama pengomposan. Ragi berperan dalam perombakan bahan organik menjadi senyawa- senyawa organik sedangkan *Lactobacillus* dan mikroorganisme selulolitik lainnya berperan dalam proses penyediaan senyawa organik yang selanjutnya terurai ke dalam bentuk yang siap diserap akar tanaman. Hasil perhitungan C/N ratio berkisar 4,81-5,6. Hal telah memenuhi baku mutu kompos padatan yaitu maksimal 25 (Mumtaz, 2024; Annis dkk., 2019).

Pengujian Kadar Air

Air dalam contoh pupuk organik diuapkan dengan cara pengeringan oven pada suhu 105°C selama semalam (16 jam). Dari hasil penetapan kadar air 6 sampel pupuk kompos , diperoleh kadar air berada pada rentang 68%-79%.. Berdasarkan standar baku mutu, kadar air yang diperoleh masih belum memenuhi standar kualitas pada rentang 8-25%. Tingginya kadar air dapat menimbulkan tumbuhnya jamur yang tidak kita inginkan pada produk pupuk kompos, hal ini mungkin disebabkan karena proses pengomposan baru berjalan selama 1 bulan.

Pengujian Fosfor

Fospor termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman menyerap Fosfor dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah. Disamping ion tersebut, tanaman dapat menyerap Fosfor dalam bentuk asam nukleat, fitin dan fosfohumat.

Fospor yang terkandung dalam pupuk organik berperan bagi tanaman dalam proses respirasi dan fotosintesis, penyusunan asam nukleat, pembentukan bibit tanaman dan penghasil buah. Selain itu, Fospor juga mampu merangsang perkembangan akar sehingga tanaman tahan terhadap kekeringan dan mempercepat masa panen (Purba, 2019; Wang, 2020).

Berdasarkan hasil pengujian, kadar fospor sebagai P_2O_5 diperoleh dengan rentang 700-1700 mg/kg. Fosfor memiliki peran yang signifikan dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman hingga mencapai tahap reproduksi. Tak hanya itu, fosfor juga memiliki peran krusial dalam fotosintesis, pemecahan karbohidrat dan senyawa terkait glukosa, sintesis asam amino, metabolisme sulfur, oksidasi biologis, dan sebagai elemen penting dalam transfer energi (Oktrayadi, dkk., 2020; Hanum, 2013; Wang dkk., 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, pada pemantauan pupuk setiap minggu diperoleh pH pupuk adalah 7,2-7,4; dengan tinggi 18-19,5 cm dan suhu sebesar 26-28 °C, dengan warna coklat kehitaman. Kandungan logam berat yang tergolong aman. Kemudian untuk kadar nitrogen sekitar 1,78-3,10%, serta kadar air 68-79% dan pH dengan rentang 7,2-7,4. Selanjutnya, kadar C-Organik 9,95-14,90% dan fospor 700-1700 mg/kg serta kadar bahan ikutan sebesar 2% pada pupuk mengindikasikan bahwa pupuk ini aman untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annis, A., Nurjannah, N., Ifa, L. (2019). Pemanfaatan Limbah Biomassa Menjadi Pupuk Organik Cair Secara Anaerob Serta Aplikasinya Pada Tanaman Cabai Merah Dan Daun Seledri. *ILTEK: Jurnal Teknologi*. 14(02): 103-109.
- Arbi, Y., Arifin, A. S. R., Yandra, M. (2019) Rancang Bangun Komposter Anaerob Untuk Mengolah Sampah Menjadi Pupuk Kompos Dan Pupuk Cair Di Nagari Parambahan. *Jurnal Aerasi*. 1(2): 63-67
- Chew, K. R., Leong, H. Y., Khoo, K. S., Vo, D. V. N., Anjum, H., Chang, C. K., Show, P. L. (2021). Effects of anaerobic digestion of food waste on biogas production and environmental impacts: a review. *Environmental Chemistry Letters*. 19(4): 2921-2939.
- Dalke, R., Demro, D., Khalid, Y., Wu, H., Urgan-Demirtas, M. (2021). Current status of anaerobic digestion of food waste in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 151: 111554.
- Han, F., Yun, S., Zhang, C., Xu, H., Wang, Z. (2019). Steel slag as accelerant in anaerobic digestion for nonhazardous treatment and digestate fertilizer utilization. *Bioresource technology*. 282: 331-338.
- Hanum, C. (2013). Pertumbuhan, Hasil, dan Mutu Biji Kedelai dengan Pemberian Pupuk Organik dan Fosfor. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 41(3).
- Mumtaz, S. J. (2024). Kualitas Pupuk Organik Cair Hasil Ekstraksi Litter Ayam Broiler Yang Diproduksi Secara Anaerob Dengan Penambahan Air Kelapa. Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada.
- Oktrayadi. O., Haitami, A., Ezward, C. (2020). Respon Pemberian Pupuk Petroganik Dan Pupuk NPK Phonska Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). *Green Swarnadwipa : Jurnal Pengembangan Ilmu Pertanian*. 9(2).
- Pramanik, S. K., Suja, F. B., Zain, S. M., Pramanik, B. K. (2019). The anaerobic digestion process of biogas production from food waste: Prospects and constraints. *Bioresource Technology Reports*. 8: 100310.
- Purba, B., S., E. 2019. Pengaruh Lama Fermentasi Pupuk Organik Cair Limbah cair Tahu dan Daun Lamtoro dengan Penambahan Bioaktivator EM4 Terhadap Kandungan Fosfor dan Kalium Total. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sanata.
- Rizzioli, F., Bertasini, D., Bolzonella, D., Frison, N., Battista, F. (2023). A critical review on the techno-economic feasibility of nutrients recovery from anaerobic digestate in the agricultural sector. *Separation and Purification Technology*. 306: 122690.
- Slorach¹, P. C., Jeswani, H. K., Cuéllar-Franca, R., Azapagic, A. (2019). Environmental and economic implications of recovering resources from food waste in a circular economy. *Science of the Total Environment*, 693, 133516.
- Slorach², P.C., Jeswani, H.K., Cuéllar-Franca, R., Azapagic, A. (2019) Environmental sustainability of anaerobic digestion of household food waste. *Distilat*. 236: 798-814.
- Song, S., Lim, J. W., Lee, J. T., Cheong, J. C., Hoy, S. H., Hu, Q., Tong, Y. W. (2021). Food-waste anaerobic

- digestate as a fertilizer: The agronomic properties of untreated digestate and biochar-filtered digestate residue. *Waste Management*. 136: 143-152.
- Sulfianti, Risman, Saputri, I. (2021). Analisis Npk Pupuk Organik Cair Dari Berbagai Jenis Air Cucian Beras Dengan Metode Fermentasi Yang Berbeda. *Agrotech*. 11(1): 36-42.
- Tian, H., Wang, X., Lim, E. Y., Lee, J. T., Ee, A. W., Zhang, J., Tong, Y. W. (2021). Life cycle assessment of food waste to energy and resources: Centralized and decentralized anaerobic digestion with different downstream biogas utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 150: 111489.
- Wang, H., Xiao, K., Yang, J., Yu, Z., Yu, W., Xu, Q., Liu, B. (2020). Phosphorus recovery from the liquid phase of anaerobic digestate using biochar derived from iron-rich sludge: a potential phosphorus fertilizer. *Water research*. 174: 115629.