

PENGARUH PENAMBAHAN KOTORAN SAPI TERHADAP KARAKTERISTIK PUPUK ORGANIK PADAT BERBAHAN SABUT KELAPA DAN JERAMI PADI

Muhammad Yusuf Abidin dan Ernia Novika Dewi

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

abidinyusuf76@gmail.com ; [ernianovika@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara agraris sehingga aspek pertanian menjadi sangat penting dalam menjamin ketahanan pangan nasional. Permasalahan yang dihadapi dalam mendukung produksi pangan adalah minimnya ketersediaan pupuk pada saat musim tanam sehingga berdampak pada rendahnya produktivitas tanaman pangan yang dihasilkan. Penggunaan pupuk kimia berlebih berdampak buruk bagi lingkungan dimana dapat mengakibatkan ketidakseimbangan unsur hara, struktur tanah menjadi rusak sehingga tingkat kesuburan tanah menurun. Penambahan kotoran sapi pada pembuatan pupuk organik padat berfungsi untuk meningkatkan unsur fosfor dan nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kotoran sapi terhadap karakteristik pupuk organik padat. Bahan baku yang digunakan berupa sabut kelapa, jerami padi, kotoran sapi dan *activator* EM4. Penambahan kotoran sapi divariasikan 20%, 30%, 40%, 50% dan 60% dari 100 gram campuran jerami padi dan sabut kelapa. Jerami padi dan sabut kelapa sebagai bahan baku utama yang digunakan dengan perbandingan 1:1. Dilakukan pengamatan karakteristik pupuk organik padat meliputi kadar air, suhu, dan pH selama empat minggu. Hasil penelitian menunjukkan penambahan kotoran sapi terbaik pada variabel 30% dimana kadar air sebesar 22,84% , suhu produk 29 °C dan pH sebesar 7,37. Hasil tersebut telah sesuai dengan SNI 7763 : 2018 dimana standar kadar air (8 – 25%) dan pH (4 - 9).

Kata kunci: pupuk organik, kotoran sapi, jerami padi, sabut kelapa

ABSTRACT

Indonesia is an agrarian country so that the agricultural aspect is very important in ensuring national food security. The problem faced in supporting food production is the availability of fertilizers during the planting season, which results in low productivity of food crops produced. The use of excessive chemical fertilizers has a negative impact on the environment which can lead to nutrient imbalances, soil structure becomes damaged so that the level of soil fertility decreases. The effect of cow dung in making solid organic fertilizer serves to increase phosphorus and nitrogen elements. This study aims to determine the effect of the addition of cow dung on the characteristics of solid organic fertilizer. The raw materials used are coconut fiber, rice straw, cow dung and EM4 activator. The addition of cow dung was varied at 20%, 30%, 40%, 50% and 60% of 100 grams of rice straw and coconut fiber mixture. Rice straw and coconut husk as the main raw materials used in the ratio 1:1. Observations of solid organic fertilizer characteristics including moisture content, temperature, and pH were made for four weeks. The results showed the best addition of cow dung in the 30% variable where the moisture content was 22.84%, product temperature was 29°C and pH was 7.37. These results are in accordance with SNI 7763: 2018 where the standard moisture content (8 - 25%) and pH (4 - 9).

Keywords: organik fertilizer, cow manure, rice straw, coconut husk

Corresponding author: Ernia Novika Dewi

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

E-mail: ernianovika@polinema.ac.id



1. PENDAHULUAN

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah [1]. Secara umum, manfaat pupuk organik adalah memperbaiki struktur dan kesuburan tanah, meningkatkan daya simpan dan daya serap air, memperbaiki kondisi biologi dan kimia tanah, memperkaya unsur hara makro dan mikro serta tidak mencemari lingkungan dan aman bagi manusia. Pembuatan pupuk organik juga sangat mudah dilakukan dan sederhana [2]. Sangat penting untuk membuat kriteria dan seleksi terhadap bahan dasar pupuk organik untuk mengawasi mutunya.

Salah satu bahan organik yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik adalah limbah kotoran sapi. Selama ini pemanfaatan limbah kotoran sapi masih belum banyak dimanfaatkan padahal limbah kotoran sapi bisa dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada pembuatan pupuk organik padat. Pemberian pupuk organik kotoran sapi dapat meningkatkan daya penahan air sehingga membentuk air tanah yang bermanfaat dan mudah diserap oleh akar sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman [3]. Kotoran sapi memiliki kadar Nitrogen (N), Fosfat (P) dan Kalium (K) yang cukup besar dan kandungan mineral magnesium, besi dan mangan. Kandungan kotoran sapi unsur N sebesar 0,92 %, 1,03% kalium, 0,23% fosfat, dan 0,38% kalsium [4]. Kotoran sapi juga tidak memiliki kandungan logam berat dan antibiotik [5]. Selain itu proses pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan pupuk organik perlu dilakukan dikarenakan ada beberapa alasan yaitu kandungan udara dan air dalam kotoran sapi cukup tinggi sehingga penguraian zat organik menjadi sangat cepat [6].

Sabut kelapa memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik karena di dalam sabut kelapa terkandung unsur-unsur hara dari alam yang sangat dibutuhkan tanaman seperti kalium (K) 20-30% dan 2% fosfor. Sabut kelapa terdiri atas 40% serat dan 60% non-serat. Sabut kelapa mempunyai kandungan air antara 16-23%, bahan organik 3,57 – 13,13%, dan dapat terdekomposisi dalam tanah sebagai pentosan lignin. Selain itu, terdapat juga kandungan unsur-unsur lain seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) dan fosfor (P) [7]. Sabut kelapa apabila direndam, maka kalium dalam sabut tersebut dapat larut dalam air sehingga menghasilkan air rendaman yang mengandung unsur kalium (K). Air hasil rendaman yang mengandung unsur kalium (K) tersebut sangat baik jika diberikan sebagai pupuk serta pengganti pupuk Kalium klorida (KCl) anorganik untuk tanaman [8].

Selama ini pemanfaatan jerami padi masih belum maksimal dikarenakan para petani seringkali hanya langsung membakar jerami padi di lahan sawah tanpa dilakukan proses pengolahan lebih lanjut, dengan banyaknya unsur hara yang dikandung jerami hal ini tentunya sangat disayangkan sekali, agar unsur hara yang dikandung dalam jerami dapat dikembalikan ke tanah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pembuatan pupuk. Unsur hara makro berupa Nitrogen (N) 2,11 %, fosfor (P_2O_5) 0,64%, Kalium (K_2O) 7,7%, Kalsium (Ca) 4,2%, dan unsur hara mikro berupa Magnesium (Mg) 0,5%, Cu 20 ppm, Mn 684 ppm dan Zn 144 ppm [9]. Jerami mengandung hara yang lengkap baik berupa hara makro maupun mikro. Secara umum hara N,P,K masing-masing sebesar 0,4 %, 0,2% dan 0,7%, sementara itu kandungan Si dan C cukup tinggi yaitu 7,9 % dan 40% [10].

Ahmad shobib (2016) telah melakukan penelitian mengenai pembuatan pupuk organik dari kotoran sapi dan jerami padi dengan proses fermentasi menggunakan bioaktivator EM4, Pada penelitian tersebut menggunakan variabel perlakuan pencampuran bahan baku antara kotoran sapi : jerami padi yaitu 2:1, 1:1, 1:2 dengan waktu fermentasi 7, 14, 21 dan 28 hari dengan basis massa bahan baku 3kg. Hasilnya menunjukkan komposisi terbaik yaitu kotoran sapi : jerami padi 1:1 dengan waktu terbaik 28 hari fermentasi, kadar makro pupuk ($N+P_2O_5+K_2O$) rata rata sebesar 3,14% sudah sesuai dengan SNI 7763 : 2018[11].

Penelitian ini dilakukan dengan bahan baku berupa jerami padi dan sabut kelapa dengan perbandingan 1:1 serta adanya penambahan aktivator EM4 dan kotoran sapi untuk mempercepat proses fermentasi pupuk organik padat. Dalam penelitian dianalisis karakteristik dari pupuk organik padat yang dihasilkan meliputi analisis kadar air, pH, dan suhu. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan kotoran sapi terhadap karakteristik fisik pupuk organik. Diharapkan pupuk organik yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik SNI 7763 : 2018 pupuk organik padat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen. Penelitian diawali dengan tahapan observasi, kemudian dilanjutkan proses eksperimen secara langsung untuk pembuatan pupuk organik. Data yang diperoleh dari uji analisis kadar air dan pengamatan meliputi suhu, pH dan uji organoleptik. Uji analisis dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang. Variabel pada penelitian ini yaitu variabel bebas rasio penambahan kotoran sapi yang digunakan 20%, 30%, 40%, 50%, dan 60% terhadap 100 gram campuran bahan baku sabut kelapa dan jerami padi dengan perbandingan 1:1.

2.2 Prosedur Pembuatan Pupuk Organik

Proses pembuatan pupuk organik diawali tahapan pengeringan bahan baku sabut kelapa dan jerami padi dengan cara dikeringkan di bawah sinar matahari hingga warna berubah menjadi kecoklatan. Bahan baku yang sudah kering kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan gunting hingga berukuran 3-5 cm. Bahan baku yang sudah dipotong kemudian ditimbang sesuai dengan variabel. Semua bahan baku sabut kelapa, jerami padi dan kotoran sapi yang sudah ditimbang sesuai variabel dimasukkan kedalam alat dekomposer. Setelah itu ditambahkan EM4 dengan cara larutan EM4 dilarutkan terlebih dahulu dengan air dengan perbandingan (1:5) terhadap 100 ml air. Kemudian larutan EM4 dimasukkan kedalam alat dekomposer dengan sesekali dilakukan pengadukan menggunakan sarung tangan agar bahan tercampur secara merata. Langkah terakhir menutup alat dekomposer dalam kondisi kedap udara (anaerob) sehingga terjadi pengomposan dan menyimpan dekomposer berisi bahan uji coba ditempat yang aman dan tidak terkena sinar matahari selama 4 minggu.

Bahan baku pada penelitian ini yaitu kotoran sapi, sabut kelapa dan jerami padi dan aktivator EM4. Variabel dalam penelitian ini yaitu campuran komposisi antara 100 gram sabut kelapa dan jerami padi dengan perbandingan 1:1. Variasi rasio penambahan kotoran sapi 20%,30%,40%,50% dan 60% dengan penambahan larutan EM4 10 ml.

2.3 Analisis Pupuk Organik

a. Analisis Kadar Air

Analisis kadar air dengan tahapan mengkondisikan oven pada suhu 105°C. Kemudian memasukkan cawan porselin ke dalam oven selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan didesikator selama 15 menit, cawan porselin ditimbang sebagai massa awal cawan porselin (A gram). Selanjutnya menimbang sampel pupuk sebanyak 10 gram ke dalam cawan porselin (B gram). Cawan porselin berisi sampel kemudian di oven selama 1 jam pada suhu 105 °C. Setelah dioven cawan porselin didinginkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (C gram). Proses pengujian analisis kadar air dilakukan 2 kali [12].

b. Analisis pH

Analisis pH diawali dengan tahapan menimbang 10 gram sampel pupuk menggunakan wadah Erlenmeyer, kemudian sampel pupuk ditambahkan dengan 50 ml aquades dan dilakukan pengadukan dengan spatula hingga campuran homogen. Selanjutnya dilakukan pengecekan pH menggunakan pH meter. Pengujian ini dilakukan sebanyak 2 kali [12].

c. Analisis Suhu

Analisis suhu pupuk organik dilakukan menggunakan thermometer suhu. Prosedur pengamatan dengan memasukan thermometer suhu kedalam dekomposer. Selanjutnya dilakukan pengamatan dan pembacaan suhu pada alat thermometer.

d. Uji Organoleptik

Organoleptik merupakan suatu metode yang digunakan untuk menguji kualitas suatu bahan atau produk menggunakan panca indra manusia. Dalam hal ini aspek yang diuji dapat berupa warna, rasa, bau, dan tekstur. Organoleptik merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam menganalisis kualitas dan mutu produk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

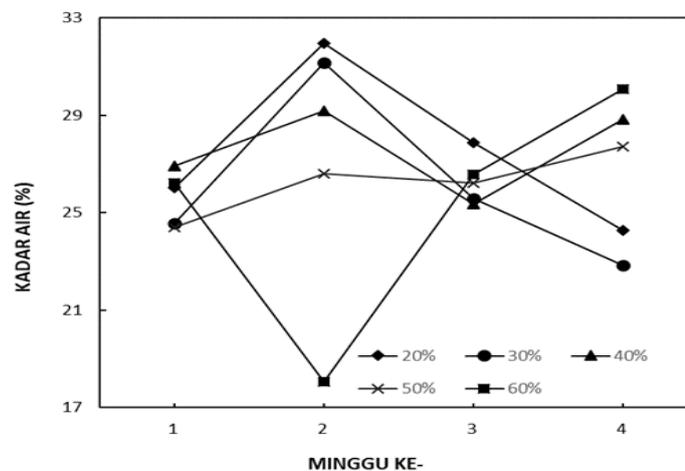
Pada penelitian pembuatan pupuk organik padat dari sabut kelapa dan jerami padi dengan penambahan kotoran sapi, telah dilakukan analisis kadar air, pH dan suhu. Analisis karakteristik pupuk organik bertujuan mengetahui kualitas mutu dari pupuk yang dihasilkan. Pedoman kualitas pupuk organik yang dihasilkan menggunakan SNI 7763 : 2018 pupuk organik padat.

3.1. Kadar Air

Analisis kadar air bertujuan untuk mengetahui banyaknya kandungan air di dalam pupuk organik. Pengukuran kadar air dilakukan setiap minggu selama 4 minggu. Kadar air menjadi hal yang sangat penting dalam pembuatan pupuk organik pada proses pengomposan pupuk. Kadar air mempengaruhi laju dekomposisi kompos dan parameter suhu. Kadar air sangat berpengaruh terhadap lamanya pengomposan dan penguraian bahan-bahan organik dalam kompos, karena mikroorganisme membutuhkan kadar air yang optimal untuk menguraikan material organik[13].

Dari grafik pada Gambar 1 menunjukkan kadar air pupuk organik padat yaitu berkisar 18% - 32%. Kadar air tertinggi pada rasio kotoran sapi 20% pada minggu ke-2 yaitu sebesar 31,97%, sedangkan kadar air terendah pada rasio kotoran sapi 60% pada minggu ke-2 yaitu sebesar 18,05%. Pada minggu ke-2 untuk rasio kotoran sapi 20-50% rata-rata mengalami kenaikan kadar air secara signifikan. Hal ini dikarenakan peningkatan aktifitas mikroorganisme sebagai pengurai pada proses dekomposisi dalam bahan baku dengan

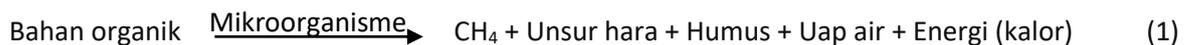
bantuan aktivator EM4. Berdasarkan hasil pengukuran kadar air tertinggi pada produk akhir diperoleh pada penambahan kotoran sapi 60% yaitu sebesar 30,08% dan kadar air terendah diperoleh pada penambahan kotoran sapi 30% dengan kadar air 22,84%. Pengaruh penambahan presentase kotoran sapi yang digunakan berpengaruh pada kadar air dimana semakin banyak penambahan kotoran sapi maka akan semakin tinggi pula kadar air pupuk organik, dikarenakan kotoran sapi basah masih mengandung kadar air yang cukup tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Ratna (2017) bahwa kandungan air yang terlalu tinggi menyebabkan ruang antar partikel menjadi penuh dengan air, sehingga mencegah gerakan udara dalam tumpukan dan menghambat aktifitas mikroba yang akan menimbulkan bau[14].



Gambar 1. Pengaruh penambahan kotoran sapi terhadap kadar air pupuk organik padat selama 4 minggu

Pupuk organik yang memenuhi standar kadar air berdasarkan SNI 7763 : 2018 adalah pada rasio penambahan kotoran sapi 20% dan 30%. Menurut SNI 7763 : 2018 kadar air yang diizinkan untuk pupuk organik padat sebesar 8-25%[12]. Kadar air dalam pupuk organik mempengaruhi laju dekomposisi dan perubahan suhu pada pupuk organik padat[13]. Kenaikan kadar air pupuk organik diakibatkan adanya aktifitas mikroba hal ini ditandai dengan kenaikan suhu. Uap air yang dihasilkan akan mempengaruhi kadar air dalam pupuk[15].

Proses pengomposan oleh bakteri anaerobik dapat digambarkan dalam persamaan reaksi (1) [16]



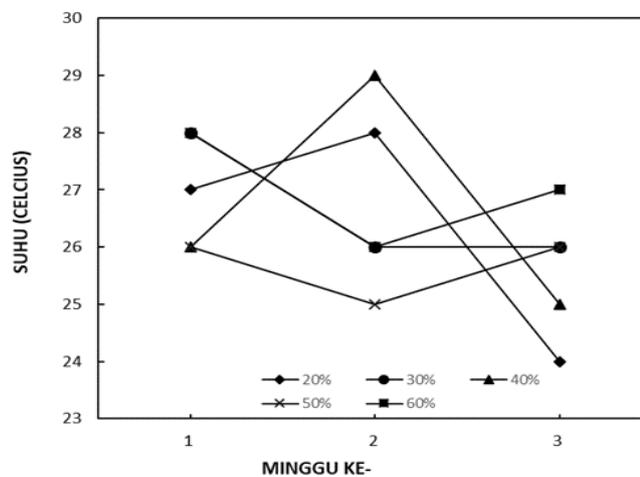
Keterangan: unsur hara meliputi Nitrogen, Kalium dan Fosfor.

3.2. Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam tahap pengomposan sebab dengan parameter suhu dapat dilihat kemampuan dari kerja mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik[17]. Pengamatan suhu dilakukan setiap minggu selama 3 minggu. Grafik pada Gambar 2 menunjukkan rentang suhu proses pengomposan pupuk yaitu 25 °C – 29 °C. Pada minggu ke-2 terjadi peningkatan suhu yaitu pada rasio kotoran sapi 20% dan 40%.

Meningkatnya suhu pada proses di minggu ke-2 disebabkan oleh panas yang dilepas oleh mikroorganisme pengurai dalam merombak bahan organik. Suhu tertinggi di minggu ke-2 pada rasio kotoran sapi 40%, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2018) yang menyatakan bahwa kenaikan suhu disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme saat menguraikan nutrisi yang terkandung dalam kotoran sapi [18]. Hal ini menunjukkan semakin banyak rasio kotoran sapi yang ditambahkan pada bahan organik maka nutrisi yang akan diuraikan oleh mikroorganisme pengurai akan semakin banyak, sehingga menyebabkan kenaikan suhu di minggu ke-2.

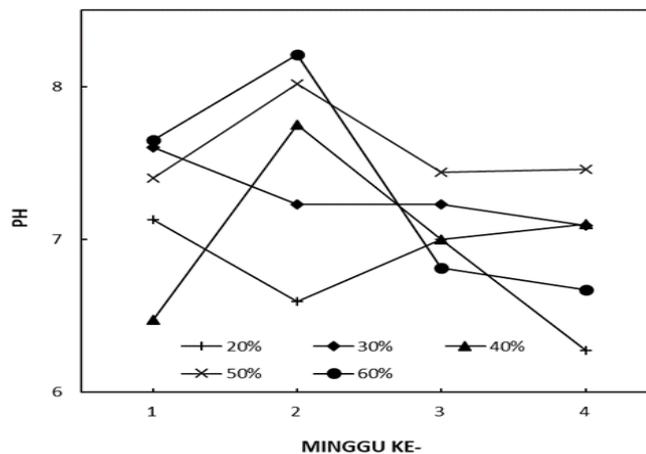
Aktivitas mikroorganisme menurun seiring berkurangnya nutrisi pada kotoran sapi yang terurai. Pada minggu ketiga terjadi penurunan suhu dikarenakan berkurangnya nutrisi dari kotoran sapi [19].



Gambar 2. Pengaruh penambahan kotoran sapi terhadap suhu pupuk organik padat

3.3. pH

pH menunjukkan ukuran konsentrasi ion hidrogen dari larutan. Pengukuran pH ini akan menunjukkan larutan bersifat asam atau basa. Pengukuran pH ini berkisar dari (0–14)[20]. Menurut SNI 7763 : 2018 nilai pH untuk pupuk organik padat yaitu 4 - 9. Data hasil pengamatan pH pupuk organik padat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh penambahan kotoran sapi terhadap pH pupuk organik padat

Derajat keasaman (pH) menunjukkan pertumbuhan aktifitas mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan. pH mempengaruhi aktifitas mikroorganisme yang akan sangat berpengaruh terhadap kualitas pupuk yang dihasilkan. Selain itu pH yang tinggi juga dipengaruhi oleh proses perombakan protein yang menghasilkan NH_3 yang kemudian berikatan dengan air membentuk NH_4OH yang bersifat basa, sehingga pH meningkat [21], penyebab semakin banyak kotoran sapi yang ditambahkan akan menyebabkan pupuk menjadi semakin asam dikarenakan adanya reaksi fermentasi dari kotoran sapi yang dapat mengakibatkan pH pupuk menjadi semakin asam. Dari grafik pada Gambar 3 pH dari minggu ke-1 hingga minggu ke-4 telah sesuai dengan SNI 7763 : 2018, dimana pH berkisar antara 4 – 9. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan pH sangat dipengaruhi dari hasil dekomposisi biomassa rasio kotoran sapi.

3.4. Analisis Organoleptik Pupuk Organik Padat

Berdasarkan analisis organoleptik yang dilakukan, produk pupuk organik padat setelah pengomposan selama 4 minggu, memiliki warna coklat kemerahan dan berbau menyerupai bahan baku. Dari Gambar 4 dapat dilihat pupuk organik padat yang dihasilkan bertekstur kasar dan masih menyerupai wujud asli dari bahan baku.



Gambar 4. Visual pupuk organik padat

Hal ini menunjukkan bahwa waktu pengomposan selama 4 minggu masih belum maksimal dalam pembuatan pupuk organik padat. Berdasarkan SNI 7763 : 2018 pupuk organik padat memiliki warna hitam, bau seperti tanah, dan bertekstur remah, sehingga dapat disimpulkan waktu 4 minggu kurang maksimal dalam pembuatan produk pupuk organik padat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian menunjukkan kadar air terbaik sebesar 22,84% diperoleh pada penambahan kotoran sapi 30% dengan suhu 26°C dan pH 6,46. Karakteristik pupuk organik padat telah sesuai menurut SNI 7763 : 2018, yaitu nilai kadar air (8 – 25%) dan pH (4 - 9), namun belum memenuhi SNI untuk tekstur, warna dan bau produk yang dihasilkan.

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan analisis karakteristik pupuk organik padat yang lain yaitu kadar C/N rasio, Kadar N,P,K, C-organik yang sesuai dengan SNI 7763 : 2018. Saran lain yaitu perlu dirancang alat dekomposer yang lebih baik agar hasil pupuk organik padat bisa sesuai standar dan hasil produk pupuk organik padat perlu dilakukan uji keefektifan pupuk organik padat dalam pertumbuhan tanaman.

REFERENSI

- [1] R. W. S. Putra, H. Winata, dan S. Yakub, "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Kualitas Pupuk Organik Terbaik Pada Tanaman Menggunakan Metode Moora," *J. CyberTech*, vol. 4, no. 2, hal. 1–13, 2021.
- [2] I. S. Roidah, "Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah," *Jurnal Bonorowo*, vol. 1, no. 1, hal. 30-43, 2013.
- [3] R. Raiwani, Burhanuddin, dan H. Darwati, "Pengaruh Pupuk Organik Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) pada Tanah Ultisol," *Hutan Lestari*, vol. 4, no. 4, hal. 596–604, 2016.
- [4] M. Ihsan, "Pengaruh Pemberian Pupuk Kotoran Sapi Dan POC Top G2 Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Seledri (*Apium Graveolens* L.)," *Trends Biochem. Sci.*, vol. 39, no. 1, hal. 1–7, 2018.
- [5] N. K. S. P. Sucipta, N. L. Kartini, dan N. N. Soniari, "Pengaruh populasi cacing tanah dan jenis media terhadap kualitas pupuk organik," *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, vol. 4, no. 3, hal. 213–223, 2015.
- [6] N. D. Panda, U. P. Jawang, dan L. D. Lewu, "Pengaruh Bahan Organik Terhadap Daya Ikat Air Pada Tanah Ultisol Lahan Kering," *J. Tanah dan Sumberd. Lahan*, vol. 8, no. 2, hal. 327–332, 2021.
- [7] S. Y. Sari, "Pengaruh Volume Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Panen Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)," vol. 100, hal. 1–23, 2016.
- [8] R. Wijaya, M. M. B. Damanik, dan Fauzi, "The application of liquid organic fertilizer from coconut fibre and manure chicken on the availability and absorption of potassium as well as the growth of corn on the Inceptisol Kwala Bekala," *J. Agroekoteknologi FP USU*, vol. 5, no. 2, hal. 249–255, 2017.
- [9] S. E. Mora dan N. Nelvia, "Aplikasi Beberapa Dosis Trichokompos Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*brassica rapa* l.)," *JOM FAPERTA*, vol. 6, no. 1, hal. 768–771, 2019.
- [10] Syukri dan Fajri, "Respon Pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa*, L) terhadap persentase pengembalian jerami ke lahan dan dosis pupuk anorganik," *Agrosamudra*, vol. 3, no. 1, hal. 17–26, 2016.
- [11] A. Shobib, "Pembuatan Pupuk Organik Dari Kotoran Sapi Dan Jerami Padi Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Bioaktivator M-Dec," *J. Inov. Tek. Kim.*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, "Pupuk Organik Padat," *Badan Stand. Nas.*, hal. 1–20, 2018.
- [13] D. A. P. Ratna, G. Samudro, dan S. Sumiyati, "Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik Dengan Metode Takakura," *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2,

- hal. 63, 2017.
- [14] Rosalina, R. Prachyani dan N. P. Ningrum, "Uji Kualitas Pupuk Kompos Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Metode Aerob Effective Microorganisms 4 (Em4) dan Black Soldier Fly (Bsf)," *WARTA AKAB*, vol. 44, no. 2, hal. 9-21, Desember 2020.
- [15] F. D. Worotitjan, S. E. Pakasi, dan W. J. Kumolontang, "Teknologi Pengomposan Berbahan Baku Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Danau Tondano," *J. Agroekoteknologi Terap.*, vol. 3, hal. 1–7, 2022.
- [16] M. F. Syaifuddin and B. A. Destantyo, "Pembuatan pupuk organik dari limbah pertanian dengan metode aerob dan anaerob," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, hal. 1–205, 2018.
- [17] S. W. Siagian, Y. Yuriandala, dan F. B. Maziya, "Vegetasi Hutan dan Vegetasi buatan," *J. Sains & Teknologi Lingkungan.*, vol. 13, no. 2, hal. 166–176, 2021.
- [18] I. M. Pila, A. Putra, Sumiyati, dan Y. Setiyo, "Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan Jerami Dicampur Kotoran Sapi," *J. BETA (Biosistem dan Tek. Pertanian)*, vol. 5, 2018.
- [19] C. Agus, E. Faridah, D. Wulandari, dan H. Purwanto, "Peran Mikroba Starter Dalam Dekomposisi Kotoran Ternak Dan Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang (The Role of Microbial Starter in Animal Dung Decomposition and Manure Quality Improvement) Fakultas Kehutanan UGM , Jalan Agro Bulaksumur Yogyakarta 55281 KP4 U," *J. Mns. dan Lingkungan.*, vol. 21, no. 2, hal. 179–187, 2014.
- [20] N. Kusumawati, "Evaluasi Perubahan Temperatur, pH dan Kelembaban Media pada Pembuatan Vermikompos dari Campuran Jerami Padi dan Kotoran Sapi Menggunakan *Lumbricus Rubellus*," *Inotek*, vol. 15, hal. 1, 2011.
- [21] D. Firmansyah, "Pemanfaatan Sisa Pembakaran Ampas Tebu Ssebagai Bahan Pengisi Dalam Proses Pembuatan Paving Dengan Semen Jenis PCC," *Scaffolding*, vol. 1, no. 2, hal. 8–16, 2012.