

Effect of Variations in the Composition of Cow's Rumen and Straw on the Quality of Organic Fertilizer

(Pengaruh Variasi Komposisi Rumen Sapi Dan Jerami Terhadap Kualitas Pupuk Organik)

Sugito, Muhammad Al Kholif^{*}, Rhenny Ratnawati, Nidya Permatasari

*Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya,
Jalan Dukuh Menanggal XII, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia*

ABSTRACT

Organic fertilizer raw materials that can be obtained naturally and are rich in fertilizer nutrients can be found in animal slaughtering activities. Slaughtering activities generally produce animal waste and manure, which can be used as raw material for organic fertilizer. This study aimed to investigate the effect of the composition of raw materials on the quality of organic fertilizers. The organic fertilizer parameters studied were C/N, P, K, pH, and temperature. This study used four reactors with each reactor volume of 120 L and the exact weight of raw materials in each reactor of 20 kg. Variations in the composition of the raw material of the rumen of Madura cattle and straw in this study were RK (100% cow rumen), R1: (65% cow rumen: 35% straw), R2: (50% cow rumen: 50% straw), R3: (35% cow rumen: 65% straw). The composting process is carried out for 50 days. Analysis of the quality parameters of organic fertilizer using SNI 2803: 2010. The results showed that differences in the content of the raw materials impacted the quality of the generated organic fertilizer. R3 (35% rumen cattle: 65% straw) with C/N ratio = 13.25, P = 6.12%, K = 7.55%, pH = 6.82, and Temperature = 33.7°C are variations in the raw material composition for Madura cattle rumen and straw that fulfill the quality criteria of the Regulation of the Minister of Agriculture Number 70 of 2011.

Bahan baku pupuk organik yang dapat diperoleh secara alami dan kaya akan unsur hara pupuk dapat ditemukan pada aktivitas pemotongan hewan. Aktivitas pemotongan hewan umumnya menghasilkan limbah dan kotoran hewan yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh komposisi bahan baku terhadap kualitas pupuk organik. Parameter pupuk organik yang diteliti yaitu C/N, P, K, pH dan Suhu. Penelitian ini menggunakan 4 reaktor dengan volume masing-masing reaktor adalah 120 L dan dengan berat bahan baku yang sama pada masing-masing reaktor yaitu sebesar 20 kg. Variasi komposisi bahan baku rumen sapi Madura dan jerami pada penelitian ini adalah RK (100% rumen sapi), R1: (65% rumen sapi : 35% jerami), R2: (50% rumen sapi : 50% jerami), R3: (35% rumen sapi : 65% jerami). Proses pengomposan dilakukan selama 50 hari. Analisis parameter kualitas pupuk organik menggunakan SNI 2803 : 2010. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kandungan bahan baku berpengaruh terhadap kualitas pupuk organik yang dihasilkan. R3 (35% rumen sapi : 65% jerami) dengan C/N ratio = 13,25, P = 6,12%, K = 7,55%, pH = 6,82, dan Temperatur = 33,7°C merupakan variasi komposisi bahan baku rumen sapi Madura dan jerami yang memenuhi kriteria mutu Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 Tahun 2011.

Keywords: Parameters of organic fertilizer, Animal Slaughter, Organic Fertilizer, Fertilizer Quality.

^{*}Corresponding author:
Muhammad Al Kholif
E-mail: alkholif87@unipasby.ac.id

PENDAHULUAN

Kegiatan industri Rumah Potong Hewan (RPH) sangat berpotensi terhadap timbulnya pencemaran lingkungan dan dapat mempengaruhi kesehatan biota lingkungan. Kegiatan RPH yang produk utamanya menghasilkan daging segar juga menghasilkan produk sampingan yang berpotensi mencemari lingkungan [1]. Produk sampingan dari kegiatan RPH yaitu berupa feses,

urine, isi rumen atau isi lambung, ceceran darah, daging atau lemak, air cucian, dan sisa pakan [2]. Pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme dalam limbah RPH sangat pesat jika tidak dilakukan pengolahan secara khusus dan berpotensi besar terhadap timbulnya pencemaran lingkungan [3]. Limbah RPH dengan mudah akan mengalami pembusukan sehingga dapat menurunkan kualitas dan

merubah peruntukan lingkungan dan dapat berakibat fatal kedepannya [2].

Dalam perkembangannya penggunaan pupuk organik ke depan semakin di butuhkan karena kandungan unsurhara di dalam pupuk yang sudah jelas. Minat global dalam penggunaan pupuk organik dan inokulum mikroba bermanfaat untuk mendukung pertanian biologis dan pertanian berkelanjutan [4]. Rumen sapi yang secara alamiah menghasilkan pupuk organik memiliki fungsi untuk memecahkan dan melunakkan jerami atau pakan lain dengan cepat. Rumen sapi memiliki bagian yang padat dan cair. Pada bagian padat umumnya bagian yang belum tercerna secara sempurna sedangkan untuk yang cair adalah bagian yang telah dibuang ketika kegiatan pemotongan hewan [5]. Berbagai jenis enzim, antara lain enzim selulase, amilase, protease, xilanase, dan lain-lain, dapat ditemukan dalam cairan rumen sapi [2]. Baik bakteri maupun protozoa terdapat dalam cairan rumen, dengan konsentrasi bakteri sekitar 10^9 /cc isi rumen dan konsentrasi protozoa antara 10^5 dan 10^6 /cc isi rumen [6]. Rumen sapi yang mengandung bahan organik dalam jumlah yang cukup besar sangat potensial sebagai kompos atau pupuk organik [7].

Perlunya mengeksplorasi dampak dari proses produksi pada kelimpahan, keragaman dan keseragaman mikroorganisme dalam hasil ekstrak kompos menggunakan metode molekuler. RPH juga menghasilkan limbah padat berupa sisa pakan (rumput dan jerami). Menurut Ratnawati [2] jerami merupakan sejenis limbah pertanian setelah biji-bijian dikeluarkan dari batang tanaman. Sisa pakan ternak dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk organik. Limbah jerami mengandung unsur organik seperti Karbon (C) 30-40%, Nitrogen (N) 1,5%, Fosfor Pentasida (P_2O_5) 0,3%, Kalsium Oksida (K_2O) 2% dan Asam Silikat (SiO_2) 0,3%, serta mengandung unsur hara mikro berupa Emas (Cu), Seng (Zn), Mangan (Mn), Besi (Fe), Klor (Cl), Molibdenum (Mo) [8]. Dekomposisi jerami sangat lamban, sehingga harus dipercepat dengan penambahan bahan baku yang kaya mikroba [9].

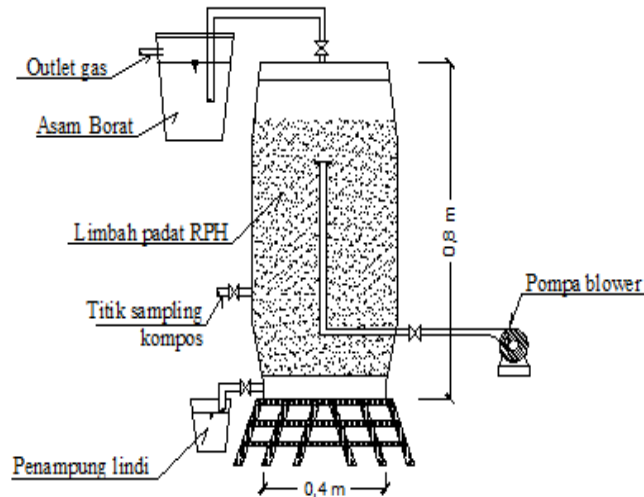
Limbah dari RPH dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk organik. Pupuk adalah nutrisi yang disediakan untuk tanaman, berdasarkan susunan

genetik dan kapasitas produksinya. Menurut Wahyono [10] mineral dan zat organik bergabung membentuk susunan pupuk organik. Pupuk sering dikategorikan tergantung pada bahan baku, teknik aplikasi, bentuk, dan kandungan nutrisi [11]. Pupuk organik padat dan pupuk organik cair adalah dua bentuk pupuk organik yang berbeda. Kualitas tanah akan meningkat dengan aplikasi pupuk organik yang berkepanjangan [10].

Mengingat manfaat yang diperoleh dari ekstrak kompos dan pupuk hayati komersial, maka karakterisasi pupuk telah menjadi bidang penelitian yang menarik. Oleh karena itu, peneliti mengkaji sebuah solusi berupa pengolahan limbah padat rumen sapi dan jerami menjadi pupuk organik yang dapat menyuburkan tanah dan tanaman. Kombinasi variasi komposisi rumen sapi dan jerami berpengaruh pada kualitas pupuk organik yang dihasilkan. Hasil dan kualitas pupuk organik berdasarkan acuan standard mutu menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2011 tentang pupuk organik pupuk hayati dan pembenah tanah [12] dimana Carbon/Nitrogen (C/N) 15-25%, hara makro Fosfor (P) dan Kalium (K) minimal 4%, dan pH 4-9. Penelitian ini bertujuan mengetahui kualitas produk pupuk organik dengan mengkaji pengaruh variasi komposisi bahan baku terhadap kualitas pupuk organik, serta mengkaji nilai rasio Carbon/Nitrogen (C/N), Fosfor (P), Kalium (K), pH, dan Suhu (T).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan baku berupa rumen sapi Madura dan jerami. Proses aerobik digunakan untuk membuat pupuk organik. Berat bahan baku setiap reaktor pengomposan adalah 20 kg. RK (rumen sapi 100%), R1 (65% rumen sapi: 35% jerami), R2 (50% rumen sapi: 50% jerami), dan R3 (35% rumen sapi: 65% jerami) merupakan komposisi bahan baku yang berbeda yang digunakan dalam penyelidikan ini. Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya merupakan tempat dilakukan penelitian ini. Reaktor pengomposan tersaji secara lengkap pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaktor Pengomposan

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian dalam pembuatan pupuk organik padat yaitu, sebagai berikut:

1. Persiapan Alat

Reaktor penelitian berjumlah 4 buah reaktor pengomposan berbentuk drum dan masing-masing berkapasitas 120 L. Reaktor pengomposan memiliki saluran yang mengalir dari dalam ke atas reaktor untuk saluran emisi gas NH_3 . Reaktor juga memiliki penangkap gas NH_3 di bagian atas pipa dan blower di bagian bawah saluran, yang keduanya terletak 0,3 meter di atas dasar reaktor. Selain itu terdapat pipa yang berfungsi sebagai saluran keluar dan penampung lindi sebagai tempat pengambilan sampel, yang terletak 0,4 meter dari dasar reaktor.

2. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku rumen sapi sebanyak 50 kg dan jerami sebanyak 30 kg dijemur hingga kadar air mencapai 50-60% [13]. Bahan baku jerami dicacah menjadi ukuran 1-2 cm. Menimbang bahan baku dengan komposisi berat sesuai variabel yang telah ditentukan.

3. Proses Pembuatan Pupuk Organik

Bahan baku dimasukkan ke dalam reaktor pengomposan dan menutup rapat semua reaktor. Blower sebagai sumber oksigen dinyalakan dengan kecepatan 4,74 L/menit. Proses pengomposan berlangsung selama 50 hari [13]. Pada hari ke-10, 20,

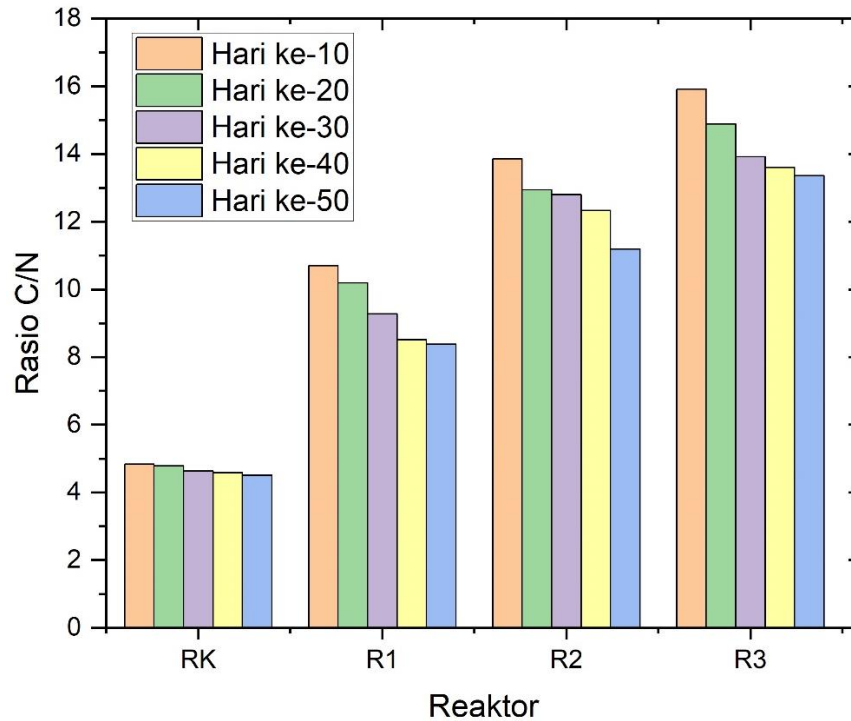
30, 40, 50 dilakukan pengambilan sampel dan dilakukan analisis rasio C/N, P, K, pH, dan suhu secara berkala. Metode pengukuran kualitas pupuk organik mengacu pada SNI 2803:2010 tentang Pupuk NPK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil parameter kualitas pupuk organik (Rasio C/N, P, K, pH, dan T) dari limbah RPH (rumen sapi Madura dan jerami) dengan menggunakan variasi komposisi bahan baku dan menggunakan sistem pengomposan secara aerobik (blower) tersaji secara lengkap pada Gambar 2, 3, 4, 5 dan 6.

Rasio C/N

Pembuatan pupuk organik melibatkan degradasi komponen organik, yang mempengaruhi bagaimana rasio C/N berubah (15-25). Hal ini disebabkan oleh upaya yang dilakukan selama proses pengomposan untuk merangsang aktivitas mikroba pengurai (bakteri, jamur, dan *actinomycetes*), yang akan mempengaruhi penurunan kadar C dan peningkatan kadar N. Pengukuran rasio C/N digunakan untuk mengukur status kematangan kompos dan memperkirakan seberapa cepat komponen organik dapat termineralisasi. Laju penurunan rasio C/N tersaji secara lengkap pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Rasio C/N pada Proses Pengomposan

Rasio C/N mengalami penurunan dari awal penelitian hingga hari ke-50. Rasio C/N terendah pada hari ke-10 terdapat pada RK yaitu sebesar 4,83, sedangkan pada hari ke-50 mengalami penurunan yaitu sebesar 4,51. Rasio C/N tertinggi pada hari ke-10 terdapat pada R3 yaitu sebesar 15,91, sedangkan pada hari ke-50 rasio C/N pada R3 menurun menjadi 13,25. Komposisi bahan baku mempengaruhi penurunan pada Rasio C/N. Variasi komposisi bahan baku pada R_{III} mengalami laju rasio C/N yang optimal.

Berdasarkan dari penurunan rasio C/N dapat dijelaskan bahwa adanya rasio C/N yang rendah dikarenakan kadar karbon mengalami reduksi dan kadar nitrogen yang terus meningkat karena aktivitas mikroorganisme selama proses pengomposan. Pupuk organik yang memiliki kualitas yang baik (bukan kompos biasa) ditandai dengan menurunnya angka rasio C/N yang dihasilkan dari proses tahapan awal pembentukan kompos [9]. Salah satu cara untuk menentukan kematangan kompos menggunakan rasio C/N adalah ketika rasio C/N akhir adalah 20 atau dibawahnya [14]. Rasio C/N optimal untuk pengomposan adalah antara 20 dan 30, tergantung pada keadaan awal. Udume [15] menyatakan bahwa rasio C/N optimal adalah antara 25 dan 35. Ketika rasio C/N awalnya rendah, proses pengomposan

dapat dilakukan secara aerobik. Namun, dibutuhkan waktu lebih lama untuk prosedur ini untuk mematangkan kompos [16].

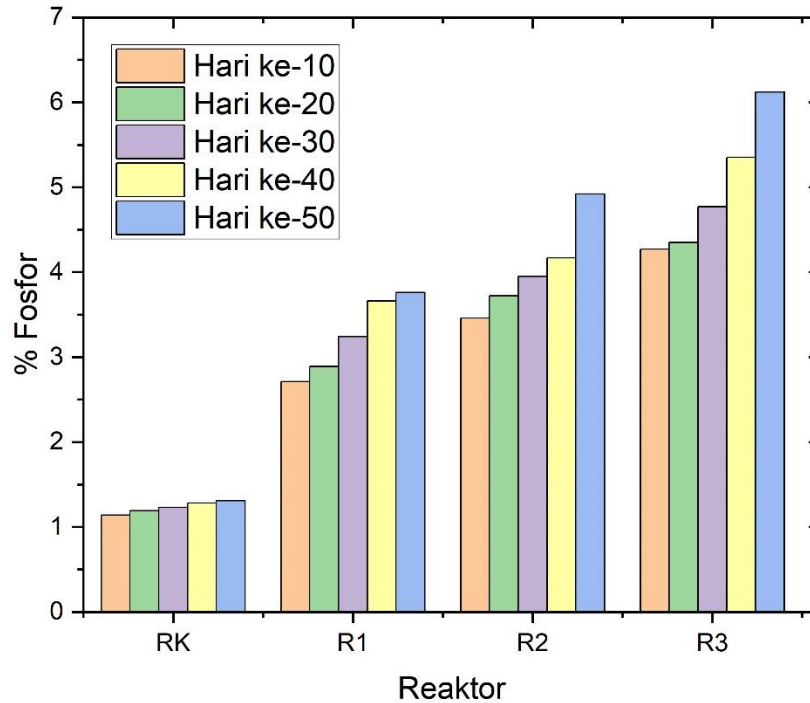
Berdasarkan hasil dari penelitian Suhardjadinata dan Pengesti [17] dalam pengomposan pupuk organik menggunakan rumen sapi (60%), jerami (20%), dan sampah organik (20%) secara aerobik selama 35 hari mengalami penurunan rasio C/N sebesar 29,41. Hal tersebut serupa dengan penelitian ini dimana penurunan rasio C/N yaitu sebesar 15,91 pada hari ke-10 dan pada hari ke-50 rasio C/N sebesar 13,25. Hal ini disebabkan karena dalam penelitian ini variabel komposisi bahan baku rumen dan jerami berpengaruh pada rasio C/N. Semakin lama proses pengomposan, maka akan terjadi reduksi C semakin besar selama proses pengomposan, sehingga rasio C/N mengalami penurunan selama proses pengomposan.

Fosfor (P)

Kandungan P banyak terkandung pada senyawa organik (asam nukleat, lecithin, dan fitin). Adanya kandungan C dan N pada bahan organik menyebabkan mikroorganisme memiliki kemampuan membongkar kandungan lecithin dan asam nukleat dan dapat membebaskan P sebagai PO_4^{3-} , tetapi tidak semua P dibebaskan sebagai PO_4^{3-} . Kandungan P yang

dihasilkan dalam pupuk organik dari limbah RPH dengan proses aerobik selama 50 hari telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah

Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2011 tentang Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembena Tanah (2011) [12] tersaji secara lengkap pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengukuran Fosfor (P) pada Proses Pengomposan

Kadar P meningkat selama peroses pengomposan sampai pada hari ke-50. Pada RK dan R1 mengalami peningkatan kadar P paling rendah pada hari ke-50 yaitu sebesar 1,31% dan 3,76%, kadar ini tidak memenuhi baku mutu Permentan No.70 Tahun 2011 [12]. Pada R2 dan R3 mengalami peningkatan kadar P pada hari ke-50 hingga memenuhi baku mutu standart Permentan No. 70 tahun 2011 [12], yaitu sebesar 4,92% dan 6,12%. R3 memiliki peningkatan kadar P yang paling tinggi. Penambahan sisa pakan 50% dan 65% dalam penelitian ini menghasilkan pupuk organik dengan kadar P di atas 4%. Pada hari ke-10 R3 memiliki kadar P sebesar 4,27% dan mengamali peningkatan pada hari ke-50 sebesar 6,12%. Berdasarkan dari peningkatan kadar P pada penelitian dapat dijelaskan bahwa kandungan P berkaitan dengan kandungan N (nitrogen) dalam bahan baku, dimana bakteri yang memodifikasi fosfor akan berkembang biak secara proporsional dengan jumlah nitrogen yang ada dalam bahan baku dan dapat meningkatkan jumlah fosfor yang ada dalam pupuk organik. [18].

Berdasarkan studi Wulandari [19] yang mengungkapkan bahwa kenaikan kadar P selama proses humus menggunakan rumen sapi dan dolomit

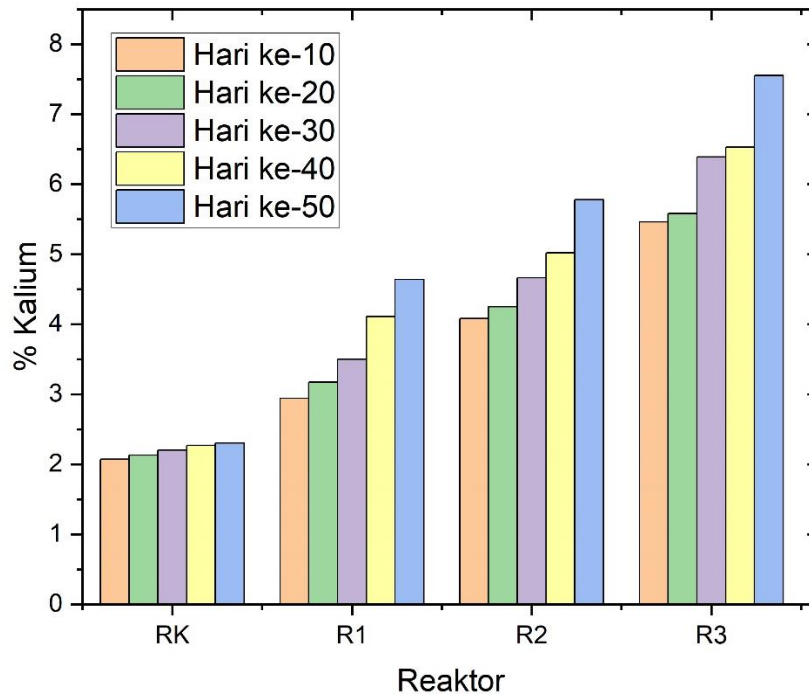
secara aerobik selama 50 hari adalah 2,8%, peningkatan kadar P penelitian ini lebih unggul 6,12% untuk periode waktu yang sama. Ini karena mikroba akan memanfaatkan konsentrasi fosfor bahan baku untuk membuat sel di sana. Besarnya kadar P tergantung pada berapa lama proses pembuatan pupuk organik berlangsung, tetapi karena proses pengomposan sangat erat kaitannya dengan mikroorganism, dan karena mikroorganism memiliki fase diam, waktu pengomposan yang lebih lama tidak selalu berarti kadar P yang lebih tinggi [20]. Jika pengomposan berlangsung lama, mikroorganism akan mengalami kematian dan suplai unsur hara P akan lebih rendah dari sebelumnya. Pada fase ini mikroorganism mengalami pertumbuhan yang sangat besar [21].

Kalium (K)

Mikroorganism dalam pakan mentah mengalami proses pengerjaan ulang zat organik yang meningkatkan kadar N dan P. Peningkatan ini berdampak pada peningkatan kandungan K pupuk organik juga. Pupuk organik yang berasal dari limbah RPH mampu meningkatkan kandungan K yang telah memenuhi baku mutu Peraturan Pemerintah Republik

Indonesia Nomor 70 Tahun 2011 tentang Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah (2011)

[12]. Laju peningkatan kadar K dalam pupuk organik tersaji secara lengkap pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengukuran Kalium (K) pada Proses Pengomposan

Kadar K meningkat hingga hari ke-50. Kadar K pada RK dari hari ke-10 hingga hari ke-50 meningkatkan sebesar 2,3%, sedangkan pada R1 kadar K meningkat dan mencapai baku mutu pada hari ke-40 sebesar 4,11%. Reaktor R2 dan R3 dengan komposisi bahan baku sisa pakan sebesar 50% dan 65% memiliki kadar K paling tinggi pada hari ke-10 sebesar 4,08% dan 5,46%. R3 memiliki kadar K paling tinggi pada hari ke-50 dengan penambahan 65% jerami.

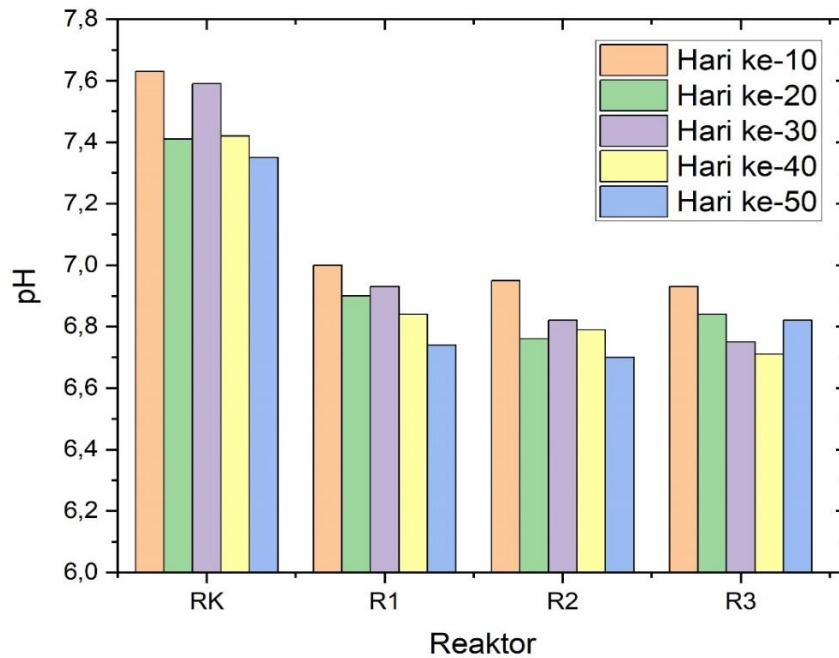
Variasi komposisi bahan baku yang memiliki peningkatan kadar K yang paling tinggi dalam penelitian ini adalah R3. Pada hari ke-10 R_{III} menghasilkan kadar K sebesar 5,46% dan mengalami peningkatan pada hari ke-50 hingga 7,55%. Berdasarkan kenaikan kadar kalium dalam penelitian, dapat disimpulkan bahwa ketika lebih banyak mikroorganisme berpartisipasi dalam proses degradasi, rantai karbon yang rumit terurai menjadi yang lebih sederhana, yang meningkatkan kadar unsur fosfor dan kalium [22].

Nilai peningkatan kadar K dalam pengomposan dengan menggunakan isi rumen sapi, kotoran hewan, sisa pakan, dan sampah organik secara aerobik selama 35 hari adalah 0,25% [17]. Dalam penelitian ini,

kenaikan kadar K lebih unggul, naik 7,55% selama 50 hari. Hal ini disebabkan oleh pengaruh pelapukan yang melepaskan ion K^+ dari tempat pertukaran kation dan menyebabkan bahan organik terlarut dalam isi rumen terurai [23]. Substrat mengandung kalium, yang digunakan mikroorganisme sebagai katalis. Keberadaan bakteri dan aktivitasnya berpengaruh nyata terhadap peningkatan konsentrasi kalium [24]. Kalium dapat terikat dan disimpan dalam sel bakteri dan jamur. Kekurangan nutrisi potasium dapat menyebabkan bintik-bintik atau kerutan pada daun, yang pada akhirnya akan menyebabkan daun mengering. Kandungan kalium diperlukan untuk mempercepat proses pencernaan karbohidrat dan perkembangan akar dan batang [25].

pH

PH bahan atau larutan harus diperhitungkan selama proses humus karena zat asam dapat membuat mikroorganisme pengurai di dalam reaktor lebih kecil kemungkinannya untuk bertahan hidup [26]. Menurut [12] nilai pH pada pupuk organik padat yaitu berkisar antara (4-9). Nilai pH tersaji secara lengkap pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Pengukuran pH pada Proses Pengomposan

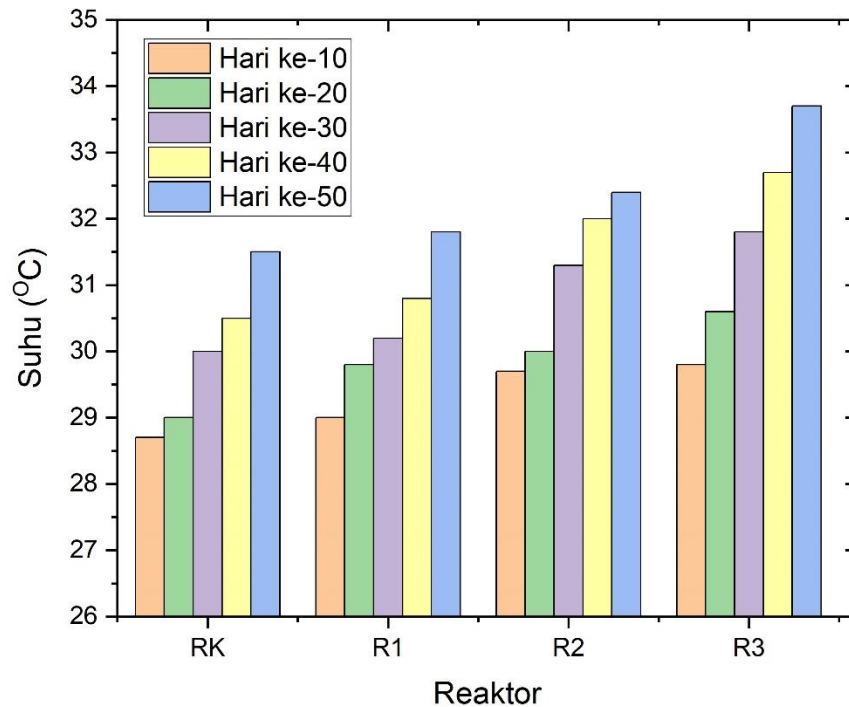
Nilai pH memiliki tren yang naik turun tergantung bagaimana kondisi di dalam reaktor. Dapat dilihat nilai pH di dalam RK berada dalam kondisi netral yaitu dari 7,63 pada hari ke-10 dan 7,35 pada hari ke-50. Pada R₁, R₂, dan R₃ memiliki nilai pH yang berkisar antara 6,7 - 6,82. Adanya penambahan sisa pakan pada R₁, R₂, dan R₃, dapat mempengaruhi nilai pH yang terkandung di dalam pupuk organik.

Komposisi bahan baku mempengaruhi nilai pH pada keempat reaktor. RK menghasilkan pH nilai paling tinggi yaitu sebesar 7,63 pada hari ke-10 dan mengalami penurunan pada hari ke-50 sebesar 7,35. Mikroorganisme yang terjadi pada rumen sapi (segar/baru) berasal dari kelompok bakteri asidogen dan metanigen [27]. Mikroorganisme tersebut antara lain seperti *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefacies*, *Lactobacillus sp.*, *Selenomonas rumanitium*, *Wolinella succinogenes*, *Methanobrevibacter ruminatum*, dll [28]. Penelitian ini menggunakan bahan baku rumen sapi dijemur terlebih dahulu selama 2-3 hari (pengkondisian kadar air 50-60%) ditempat terbuka, maka mikroorganisme yang termasuk kelompok *obligate anaerobik* akan mati [29].

Suhu (T)

Peningkatan suhu merupakan salah satu indikator selama proses humus. Semakin banyak mikroorganisme melakukan aktivitas dalam proses pengomposan, maka suhu yang dihasilkan akan semakin meningkat. Laju peningkatan suhu tersaji secara lengkap pada Gambar 6.

Suhu pada saat proses pengomposan meningkat dari hari ke-10 hingga hari ke-50 pada keempat reaktor. Kenaikan suhu tertinggi terdapat R₃. Hal ini terbukti dari kenaikan suhu bahwa mikroorganisme aktif selama proses pengomposan. Dalam penelitian ini suhu mengalami peningkatan dari hari ke hari. Suhu yang terus menerus mengalami peningkatan dikarenakan waktu penelitian ini dilaksanakan pada musim kemarau, sehingga mempengaruhi peningkatan suhu ruangan laboratorium pengomposan yang juga akan berpengaruh terhadap kenaikan suhu di dalam reaktor pengomposan selama proses pengomposan berlangsung. R₃ menghasilkan suhu tertinggi sebesar 29,8°C pada hari ke-10 dan mengalami peningkatan pada hari ke-50 sebesar 33,7°C. Hal ini disebabkan karena selama proses pengomposan mikroorganisme akan menguraikan substansi dan menghasilkan panas [15].



Gambar 6. Hasil Pengukuran Suhu pada Proses Pengomposan

Menurut [16] peningkatan suplai udara menyediakan kebutuhan oksigen yang cukup bagi mikroorganisme untuk beraktivitas dan menguraikan substansi, sehingga akan meningkatkan efisiensi degradasi bahan organik. Hal ini membuktikan bahwa, mikroorganisme telah banyak melakukan aktivitas. Akibatnya, mikroorganisme membutuhkan air, udara, dan nutrisi untuk proses pertumbuhannya [9]. Enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme bekerja secara optimal pada rentang suhu 20-50°C, sehingga peningkatan suhu menandakan bahwa, mikroorganisme melakukan aktivitas dengan optimal [30].

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pembentukan pupuk organik pada reaktor R3 menghasilkan kualitas C/N, P, K, pH, dan suhu yang baik. Penambahan komposisi jerami sampai dengan 65% dalam pembuatan pupuk organik dengan bahan baku rumen sapi Madura memberikan hasil rasio C/N adalah 13,25, P sebesar 6,12%, K yaitu 7,55%, pH senilai 6,82, dan Suhu mencapai 33,7°C. Rasio C/N, P, K yang memenuhi standar mutu Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 Tahun 2011 pada hari ke-50.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada kepala Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, serta RPH Gempol, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur yang menyediakan lokasi penelitian dan memberikan izin pengambilan bahan baku dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Al Kholif and Sugito, "Pengaruh beban hidrolis pada biofilter anaerobik untuk mengolah air limbah rumah potong ayam dengan menggunakan persamaan eckenfelder," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 18, no. 3, pp. 446-454, 2020.
- [2] R. Ratnawati, N. P. Sugito, and M. F. Arrijal, "Pemanfaatan rumen sapi dan jerami sebagai pupuk organik," in *Inovasi, Teknologi dan Pendidikan Guna Mewujudkan Indonesia Sejahtera di Era Industrialisasi 4.0*, pp. 457-467, 2018.
- [3] A. Roihatin and A. R. Kartika, "Pengolahan air limbah Rumah Potong Hewan (RPH) dengan cara elektrokoagulasi aliran kontinu," 2009.
- [4] Y. Naidu, S. Meon, J. Kadir, and Y. Siddiqui, "Microbial starter for the enhancement of biological activity of compost tea," *Int. J. Agric. Biol.*, vol. 12, no. 1, pp. 51-56, 2010.

- [5] N. F. Sari, "Mengenal keragaman mikroba rumen pada perut sapi secara molekuler," *Biotrends*, vol. 8, no. 1, pp. 5-9, 2017.
- [6] R. Manendar, "Pengolahan limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) dengan metode fotokatalitik TiO₂: pengaruh waktu kontak terhadap kualitas BOD₅, COD, dan pH Efluen," IPB (Bogor Agricultural University), 2010.
- [7] G. F. Chandramanik, H. S. Huboyo, and W. Oktiawan, "Analisis pengaruh penambahan molase dan urin sapi dalam pembuatan pupuk cair isi rumen limbah Rumah Potongan Hewan terhadap timbulnya gas rumah kaca (CO₂, CH₄, dan N₂O)," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 5, no. 4, pp. 1-9, 2016.
- [8] S. E. T. Wahyuni and A. Asngad, "Pemberian pupuk organik cair limbah jerami padi dan limbah cangkang telur ayam untuk meningkatkan kandungan kalsium tanaman sawi (*Brassica juncea*, L.)," 2017.
- [9] R. Ratnawati and Y. Trihadiningrum, "Pengolahan limbah padat Rumah Potong Hewan dengan proses pengomposan sistem A2O dan Five-Stage Sequencing Batch Reactor," in *SEMINAR NASIONAL 2014 - WASTE MANAGEMENT II Tren Terkini dalam Pengelolaan Sampah Kota dan Limbah B3*, pp. 64-71, 2014.
- [10] S. Wahyono, I. F. L. Sahwan, and F. Suryanto, *Membuat pupuk organik granul dari aneka limbah*. Agromedia, 2011.
- [11] S. Hadisuwito, "Membuat pupuk cair," *PT. Ago Media Pustaka. Jakarta*, 2012.
- [12] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2011 tentang Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2011 tentang Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah*. Jakarta: Menteri Pertanian, 2011.
- [13] I. D. W. S. Rini, R. Ratnawati, and Y. Trihadiningrum, "Pola Perubahan Kadar N-Anorganik Pada Proses Pengomposan Limbah Padat Rumah Potong Hewan Dengan Sistem Aerobik," *Pros. Semin. Nas. Manaj. Teknol. XXII*, vol. 71, no. 1, pp. 1-8, 2015.
- [14] T. Nolan, S. M. Troy, M. G. Healy, W. Kwapinski, J. J. Leahy, and P. G. Lawlor, "Characterization of compost produced from separated pig manure and a variety of bulking agents at low initial C/N ratios," *Bioresour. Technol.*, vol. 102, no. 14, pp. 7131-7138, 2011.
- [15] O. A. Udume, G. O. Abu, and H. O. Stanley, "Composting: A low-cost biotechnological approach to ameliorating macrophyte nuisance in fresh waters," *J. Agric. Ecol. Res. Int.*, pp. 47-71, 2021.
- [16] R. Guo *et al.*, "Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost," *Bioresour. Technol.*, vol. 112, pp. 171-178, 2012.
- [17] Suhardjadinata and D. Pangesti, "Proses produksi pupuk organik limbah Rumah Potong Hewan dan sampah organik," *J. Siliwangi*, vol. 2, no. 2, pp. 101-107, 2016.
- [18] N. A. Susetyo, "Pemanfaatan urin sapi sebagai POC (Pupuk Organik Cair) dengan penambahan akar bambu melalui proses fermentasi dengan waktu yang berbeda," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2013.
- [19] R. A. Wulandari, "Proses komposting limbah padat rumah potong hewan dengan metode aerobik dan AA0 (Anaerobik Anoksik Oksik)," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2014.
- [20] F. R. Kirana, "Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari limbah cair industri tahu menggunakan bioaktivator Mikroorganisme Lokal (MOL)," Surabaya, 2017.
- [21] M. Makiyah, "Analisis kadar N, P, dan K pada pupuk cair limbah tahu dengan penambahan tanaman matahari meksiko (*thitonia diversivolia*)," Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [22] D. Kurniawan, S. Kumalaningsih, and N. M. S. Sunyoto, "Pengaruh volume penambahan Effective Microorganism 4 (EM4) 1% dan lama fermentasi terhadap kualitas pupuk bokashi dari kotoran Kelinci dan Limbah Nangka," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 2, no. 1, pp. 57-66, 2013.
- [23] F. Indriani, E. Sutrisno, and S. Sumiyati, "Studi pengaruh penambahan limbah ikan pada proses pembuatan pupuk cair dari urin sapi terhadap kandungan unsur hara makro (CNPk)," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 2, no. 2, pp. 1-8, 2013.
- [24] Y. A. Hidayati, T. B. A. Kurnani, E. T. Marlina, and E. Harlia, "Kualitas pupuk cair hasil pengolahan feses sapi potong menggunakan *saccharomyces cereviceae* (liquid fertilizer quality produced by beef cattle feces fermentation using *saccharomyces cereviceae*)," *J. Ilmu Ternak Univ. Padjadjaran*, vol. 11, no. 2, 2011.
- [25] L. S. Lovakusuma, "Pemanfaatan limbah ikan bandeng dan limbah buah (nanas dan apel) sebagai bahan baku dalam pembuatan pupuk organik," Surabaya, 2017.
- [26] N. Idiawati, E. M. Harfinda, and L. Arianie, "Produksi enzim selulase oleh *aspergillus niger* pada ampas sagu," *J. Natur Indones.*, vol. 16, no. 1, pp. 1-9, 2014.
- [27] R. S. Pinder and J. A. Patterson, "Glucose and hydrogen utilization by an acetogenic bacterium isolated from ruminal contents," *Agric. Food Anal. Bacteriol.*, vol. 2, pp. 253-274, 2012.
- [28] L. I. Chiba, "Protein Supplements," in *Swine nutrition*, CRC Press, pp. 823-858, 2000.
- [29] I. Rini, R. Ratnawati, and Y. Trihadiningrum, "Pola perubahan kadar n-anorganik pada proses

pengomposan limbah padat Rumah Potong Hewan dengan sistem aerobik,” 2015.

- [30] D. Puspitasari and M. Ibrahim, “Optimasi aktivitas selulase ekstraseluler isolat bakteri eg 2 isolasi dari bungkil kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq.),” *LenteraBio Berk. Ilm. Biol.*, vol. 9, no. 1, pp. 42-50, 2021.