

**FORTIFIKASI FOSFOR PADA PEMBUATAN PUPUK ORGANIK PADAT
BERBAHAN BAKU FESES SAPI POTONG TERHADAP KINETIKA
TEMPERATUR DAN pH**

Dita Arum Anggraeni¹⁾, Agustinah Setyaningrum²⁾ dan Nur Hidayat²⁾

¹⁾ The Student of Faculty of Animal Science, Jenderal Soedirman University

²⁾ The Lecture of Faculty of Animal Science, Jenderal Soedirman University
email: ditaarum08@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi fosfor terhadap kinetika temperatur dan pH selama proses pengomposan pupuk organik padat. Gunungan kompos sebanyak 18 buah diberikan perlakuan penambahan unsur hara fosfor yaitu P0 (kontrol), P1 (1,15%) dan P2 (2,3%) dengan rancangan acak lengkap (RAL) dan dianalisis menggunakan *repeated measure analysis of variance* (RMA). Hasil analisis temperatur menunjukkan $R^2 = 0,6273$, peningkatan 1% fosfor akan menurunkan temperatur sebesar 9,7°C. Temperatur tertinggi yang dicapai oleh P1 sebesar 38,33°C dan P2 sebesar 38,67°C, sedangkan P0 sebesar 44,00°C pada hari ke-3, kemudian semakin menurun mendekati temperatur ruang. Nilai pH kompos P1 dan P2 mulai stabil sejak hari ke 26 pengamatan dengan masing-masing nilai 6,5 dan 6,4, sedangkan perlakuan kontrol stabil sejak hari ke 25 dengan nilai pH sebesar 6,4. Hasil analisis pH kompos menunjukkan $R^2 = 0.5434$, setiap peningkatan 1% fosfor akan meningkatkan pH sebesar 1,3. Fortifikasi fosfor dengan level 0%, 1,15% dan 2,3% belum mampu meningkatkan temperatur hingga mencapai fase termofilik, namun ketiga perlakuan mampu mencapai temperatur akhir yang direkomendasikan oleh SNI 19-7-030-2004 mengenai kompos yaitu maksimal sesuai dengan air tanah (tidak lebih dari 30°C). Fortifikasi fosfor dengan level 0% 1,15% dan 2,3% sudah mampu meningkatkan pH hingga mencapai pH akhir pengomposan yang direkomendasikan oleh Permentan No.70/Permentan/SR.140/10/2011 bahwa pH pupuk organik berkisar antara 4 sampai dengan 9.

Kata Kunci: fortifikasi, fosfor, temperatur, pH, kompos.

***FORTIFICATION OF PHOSPHORUS IN THE MANUFACTURE OF SOLID
ORGANIC FERTILIZER MADE FROM MANURE OF CATTLE ON THE KINETICS
OF TEMPERATURE AND pH***

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of phosphorus fortification against kinetic temperature and pH during the composting process solid organic fertilizer. Compost mound as many as 18 pieces given additional treatment of nutrient phosphorus is P0 (control), P1 (1.15%) and P2 (2.3%) with a completely randomized design and analyzed using a repeated measure analysis of variance (RMA) , The results temperature of compost showed with $R^2 = 0.6273$, an increase of 1% phosphorus will lower the temperature of 9,7°C. The highest temperature reached by P1 and P2 for 38,33°C of 38,67°C, while P0 of 44,00°C on the 3rd day, then decreased near room temperature. The pH value of P1 and P2 compost stabilized since day 26 of observation with respective values of 6.5 and 6.4, while the control treatment stable from day 25 with a pH value of 6.4. The results pH of compost showed with $R^2 = 0.5434$, every increase of 1% phosphorus will increase the pH of 1.3. Fortification phosphorus levels of 0%, 1.15% and 2.3% have not been able to increase the temperature until it reaches the thermophilic phase, but the three treatments were able to achieve final temperature recommended by SNI 19-7-030-2004 about composting is a maximum in accordance with the water land (not more than 30°C). Fortification phosphorus level of 0% to

1.15% and 2.3% been able to increase the pH up to a final pH composting recommended by the Regulation of 70/Permentan/SR.140/10/2011 that the organic fertilizer pH ranging from 4 to 9.

Keywords : *fortification, phosphorus, temperature, pH, compost.*

1. PENDAHULUAN

Sektor usaha di bidang peternakan sudah pasti akan menghasilkan produk samping berupa urin maupun feses yang apabila tidak dikelola dengan baik maka akan menimbulkan masalah baru bagi lingkungan. Rata-rata petani peternak di Indonesia belum menganggap bahwa pengelolaan limbah adalah hal yang penting untuk dilakukan, sehingga feses ternak biasanya dibiarkan menumpuk di dekat kandang dalam waktu yang lama atau dibiarkan langsung mengalir menuju saluran pembuangan. Total produksi feses sapi potong dipengaruhi oleh jumlah dan jenis pakan yang dikonsumsi. Teknologi pengolahan limbah dengan cara membuat pupuk organik padat merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi limbah feses sapi potong.

Pupuk organik padat berbahan baku feses sapi potong dapat diperoleh dengan hasil yang terbaik apabila memanfaatkan bahan-bahan tambahan yang tepat. Keberhasilan proses pengomposan dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pengomposan antara lain cuaca, lokasi pembuatan, dan cara pembuatan. Faktor internal yang dapat mempengaruhi pengomposan salah satunya adalah penambahan bahan organik atau anorganik, karena bahan tersebut dapat berperan mengoptimalkan pengomposan atau sebaliknya sehingga perlu memperhatikan bahan tambahan yang akan digunakan.

Penambahan TSP fosfor 46% pada penelitian ini merupakan upaya yang dilakukan untuk melakukan fortifikasi unsur hara fosfor pada pupuk organik padat berbahan baku feses sapi potong. Fosfor (P) termasuk unsur hara esensial bagi tanaman yang tidak dapat digantikan oleh unsur hara lain, sehingga fosfor harus selalu tersedia pada tanah. Standar kandungan fosfor (P) pada kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu minimal 0,10% dan tidak ada batasan maksimal jumlah pemberian fosfor karena tidak akan menimbulkan dampak negatif pada tanaman. Fosfor pada proses pengomposan akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembangbiak, jika populasi mikroorganisme pada saat pengomposan tinggi maka proses dekomposisi bahan organik akan semakin cepat.

2. MATERI DAN METODE

2.1. Alat

Alat yang digunakan yaitu satu buah cangkul untuk membalikkan gunungan, satu buah ember untuk wadah menimbang bahan, satu buah timbangan untuk mengukur banyaknya bahan yang digunakan, satu buah termometer untuk mengukur temperatur, satu buah *soil tester* untuk

mengukur pH gunungan kompos dan satu buah ayakan untuk mendapatkan hasil akhir pupuk organik padat dengan partikel yang halus.

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian menggunakan formula yang digunakan oleh Setyaningrum et al (2019) yaitu feses sapi potong segar 1800kg, serbuk gergaji 90kg, abu 90kg, aktivator 4,5kg kapur dolomit 9kg, dan molases 50ml/100kg feses sapi, unsur hara fosfor (0%, 1,15% dan 2,3%). Bahan tersebut digunakan untuk membuat 18 percobaan gunungan kompos.

2.3. Cara Kerja

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 13 September sampai dengan 18 Oktober 2019 di UD Sapi Amanah Farm, Desa Karanggintung, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Pengamatan kinetika temperatur dilakukan secara rutin setiap pagi pada pukul 08.00 sampai dengan 10.00 WIB. Pengamatan gunungan kompos dilakukan selama 30 hari dengan menggunakan alat bantu thermometer dan *soil tester*. Data pengukuran temperatur dan pH pupuk organik padat yang telah diperoleh kemudian ditabulasikan ke dalam tabel tabulasi data, selanjutnya data dianalisa menggunakan *Repeated measure Anova* (RMA) sehingga diperoleh grafik interaksi antara waktu pengamatan dengan temperatur dan pH, serta didapatkan pula grafik interaksi antara perlakuan yang diberikan dengan temperatur dan pH. Penelitian eksperimental yang dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) (Steel dan Torrie, 1995) dengan model matematik yang digunakan yaitu:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_j + \alpha_i + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \epsilon_{(ijk)} \dots\dots\dots (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kinetika Temperatur

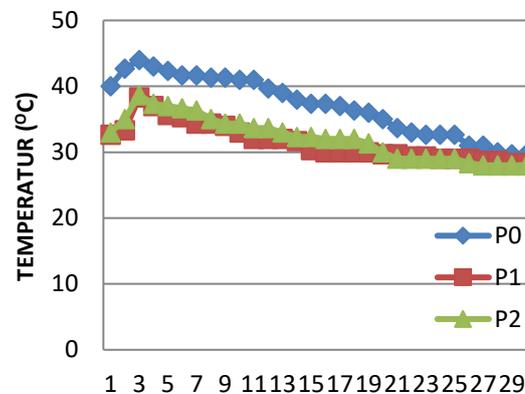
Hasil pengamatan diperoleh rentang temperatur antara 29,67–44,00°C (P0); 28,33–38,33°C (P1) dan 28,00–38,67°C (P2). Menurut Pratiwi (2013) fluktuasi temperatur yang terjadi selama masa pengomposan berlangsung menunjukkan bahwa kehidupan mikroorganisme mesofilik dan termofilik silih berganti berperan. Hasil temperatur pada P1 dan P2 lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Indrawaty (2016) bahwa selama proses dekomposisi kinetika temperatur berkisar antara 32°C–42,7°C. Temperatur kompos mulai stabil pada hari ke 29 di angka 29,67°C (P0); stabil pada hari ke 29 di angka 28,33°C (P1); dan stabil pada hari ke 27 di angka 28,00°C (P2). Widawati(2005) menyatakan bahwa selama proses pengomposan, temperatur yang awalnya normal dalam tumpukan kompos secara bertahap mengalami peningkatan dan akan mencapai temperatur maksimum, kemudian akan menurun terus-menerus sampai menjadi stabil pada saat kompos matang. Standar temperatur kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu maksimal seperti temperatur air tanah (tidak lebih dari 30°C).

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa temperatur tertinggi gunungan dari ketiga perlakuan yaitu 44,00°C yang dicapai oleh perlakuan kontrol (P0). Ketiga perlakuan tersebut tidak ada yang mencapai fase termofilik karena materi feses sapi potong yang digunakan hanya sebanyak 100kg dan mampu membentuk gunungan kompos dengan ketinggian 75cm, namun dengan jumlah feses tersebut belum mampu mencapai temperatur optimum pengomposan. Menurut Sumekto (2006) bahwa, tahap termofilik merupakan perombakan bahan organik oleh mikroorganisme termofilik ketika temperatur kompos mencapai 45-60°C. Rekomendasi untuk pembuatan kompos yang peneliti sarankan yaitu menggunakan bahan baku feses sapi potong sebanyak 200kg agar dihasilkan gunungan dengan ketinggian minimal 1m, sehingga temperatur kompos yang dihasilkan dapat mencapai temperatur optimum. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Saputro *et al* (2014) bahwa tinggi total seluruh lapisan kompos minimal yaitu 1m.

Temperatur pada pengamatan hari ke-3 untuk P0 temperatur awal 40,00°C menjadi 44,00°C, P1 temperatur awal 32,67°C menjadi 38,33°C dan P2 temperatur awal 33,00°C menjadi 38,67°C. Ketiga perlakuan tidak ada yang mencapai angka optimum pengomposan yaitu lebih dari 50°C sehingga bakteri patogen dan gulma tidak dapat dipastikan sudah mati atau belum. Menurut Listyana dan Ludihargi (2018) bahwa proses pembuatan kompos membutuhkan temperatur antara 55-65°C sehingga mampu membunuh gulma dan patogen sehingga aman untuk tanaman. Temperatur lebih dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan menyisakan mikroorganisme termofilik yang akan tetap bertahan hidup (Yuliani dan Nugraheni, 2010). Temperatur kompos diperanguhi oleh berbagai faktor diantaranya yaitu tinggi gunungan dan aktivitas mikroorganisme. Aktivitas mikroorganisme juga dapat mempengaruhi temperatur kompos, ketika mikroorganisme beraktifitas mendekomposisi bahan organik maka mikroorganisme akan menghasilkan panas dari tubuhnya, sehingga semakin tinggi populasi mikroorganisme maka panas yang dihasilkan semakin tinggi. Kelompok bakteri yang terdapat dalam bahan aktivator penelitian meliputi *Azetobacter paspalii*, *Corynebacterium pseudodiphtherium*, *Micrococcus varians*, *Saicina lutea*, *Staphylococcus epidermis*, *Sacharomyces cereviseae*, *Bacillus lentus*, *Bacillus licheniformes*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus stearothermophilus* dan *Bacillus subtilis*. Menurut Rasti dan Sumarno (2008) bahwa spesies mikroba pelarut P antara lain *Microoccus*, *Bacillus* dan *Aspergillus* berpotensi tinggi dalam melarutkan P terikat menjadi P tersedia di dalam tanah. Purwaningsih (2003) menambahkan bahwa *Azetobacter* juga termasuk bakteri yang berperan sebagai pelarut fosfat.

Hasil analisis hubungan pengamatan dengan temperatur kompos pada grafik kinetika temperatur (Gambar 1) menunjukkan pola linier dengan persamaan masing-masing yaitu $Y = -0,4723x + 44,137$ $R^2 = 0,9292$ (P0); $Y = -0,3243x + 37,721$ $R^2 = 0,8099$ (P1); dan $Y = -0,3185x + 36,859$ $R^2 = 0,9212$ (P2), apabila semakin besar nilai R^2 maka semakin baik hasil yang diperoleh. Setiap harinya selama pengamatan akan menurunkan temperatur sebesar 0,47°C (P0), 0,32°C (P1), dan 0,31°C (P2). Besarnya pengaruh waktu pengamatan terhadap temperatur sebesar 92,92% (P0),

80,90% (P1), dan 92,12% (P2). Menurut Dewi *et al* (2017) bahwa penurunan temperatur pengomposan secara terus menerus menandakan aktivitas mikroorganisme menurun dan berkurangnya bahan organik yang bisa diurai oleh mikroorganisme.



Pengamatan Hari Ke-
Gambar 1. Grafik kinetika temperatur

Hasil analisis menggunakan *repeated measure analysis of variance* (RMA) menunjukkan bahwa kinetika temperatur pupuk organik padat selama 30 hari pengamatan terdapat perbedaan yang sangat nyata dengan nilai $P < 0,01$ pada tiga perlakuan serta terdapat pula perbedaan yang sangat nyata pada interaksi waktu pengamatan dan perlakuan dengan nilai $P < 0,01$. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan fosfor memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kinetika temperatur pada pupuk organik padat berbahan baku feses sapi potong. Standar temperatur kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu maksimal seperti temperatur air tanah. Fluktuasi temperatur yang terjadi selama masa pengomposan berlangsung menunjukkan bahwa kehidupan mikroorganisme mesofilik dan termofilik silih berganti berperan (Pratiwi, 2013).
Tabel 1. Uji Lanjut *Least Significance Different* pengaruh perlakuan terhadap kinetika temperatur

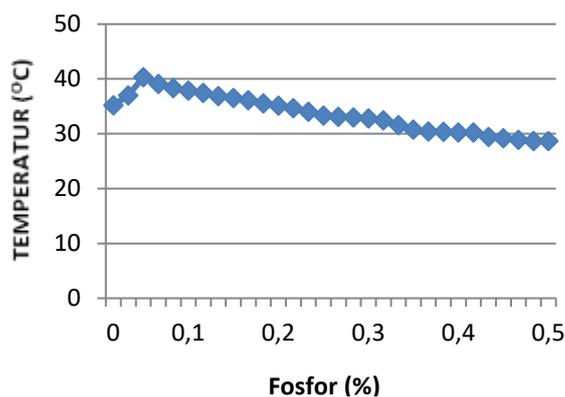
	Perlakuan		
	P0	P1	P2
\bar{X}	37,06 ^a	31,50 ^b	32,18 ^b

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti dengan notasi serupa menandakan pengaruh yang tidak signifikan antar perlakuan

Hasil uji lanjut *least significance different* (Tabel 1) menunjukkan bahwa rata-rata nilai temperatur pada ketiga perlakuan dianalisis sejak pengamatan hari pertama hingga hari ke-30. Hasil analisis memunculkan notasi huruf sebagai petunjuk apakah terdapat perbedaan yang nyata pada ketiga perlakuan pada hari pengamatan yang satu dengan yang lainnya. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa nilai rata-rata temperatur yang memiliki notasi serupa menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan atau tidak berbeda nyata. Temperatur mulai mengalami penurunan sejak hari ke-4 sampai hari ke-28, kemudian temperatur menjadi stabil sejak hari ke-29 sampai hari

ke-30 pengamatan. Manuputty *et al* (2012) menyatakan bahwa, kenaikan pH kompos diduga karena terjadi reaksi dari kation-kation basa, terutama kalium dan natrium. Kation-kation basa ini dapat menetralsir asam-asam organik yang dihasilkan selama dekomposisi. Dinamika suhu kompos mengalami tiga tahap proses pengomposan (Widyaningrum dan Lisdiana, 2015); antara lain tahap mesofilik (10-45°C), termofilik (45-60°C), tahap ketiga yaitu pematangan dan pendinginan (Sumekto, 2006). Kompos yang telah mencapai temperatur puncak kemudian mencapai menuju kestabilan akan lebih mudah terdekomposisikan (Widyaningrum dan Lisdiana, 2015).

Hasil analisis hubungan perlakuan dengan temperatur kompos (Gambar 2) menunjukkan pola linier dengan persamaan $Y = -9,7889x + 36,258R^2 = 0,6273$. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara perlakuan yang diberikan dengan peubah yang diamati yaitu temperatur, semakin tinggi fosfor yang diberikan maka akan semakin menurunkan temperatur pupuk organik padat. Setiap peningkatan 1% fosfor akan menurunkan temperatur sebesar 9,7°C. Besarnya pengaruh fosfor terhadap temperatur yaitu sebesar 62,73%.

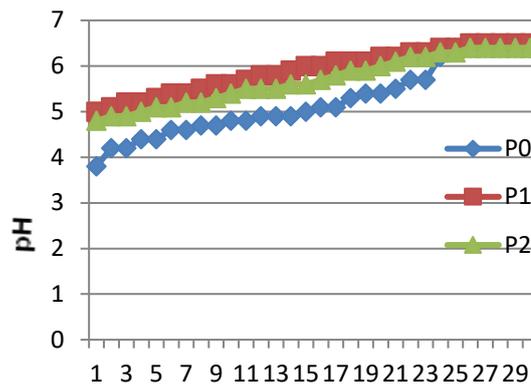


Gambar 2. Grafik kinetika temperatur pada setiap peningkatan 1% fosfor

3.2. Kinetika pH

Pengamatan pada hari ke-1 sampai hari ke-30 pengamatan diperoleh rentang pH antara 3,7-6,4 (P0); 5,0-6,5 (P1); 4,8-6,4 (P2). Angka pH kompos P0 mulai stabil sejak hari ke-25 sampai hari ke-30 di angka 6,4; pada P1 stabil pada hari ke 26 di angka 6,5; pada P2 stabil pada hari ke 26 di angka yang sama seperti P0 yaitu 6,4. Menurut Widyaningrum dan Lisdyana (2015) bahwa, indikasi bekerjanya mikroorganisme pengurai bisa dilihat melalui peningkatan dan penurunan suhu selama proses fermentasi, serta stabilnya pH kompos selama proses pengomposan. Perbedaan nilai pH pada ketiga perlakuan tidak menjadi suatu permasalahan karena masing-masing perlakuan mencapai angka yang direkomendasikan oleh Peraturan menteri pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 bahwa pH pupuk organik berkisar antara 4 sampai 9, sedangkan berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu 6,80-7,49. Berdasarkan hasil pengamatan, pH awal pada masing-masing perlakuan termasuk dalam kondisi asam kemudian semakin meningkat mendekati

pH netral. Hasil analisis hubungan pengamatan dengan pH kompos pada grafik kinetika pH (Gambar 3) menunjukkan pola linier dengan persamaan masing-masing $Y = 0,091x + 3,64$ $R^2 = 0,8149$ (P0); $Y = 0,0501x + 5,0102$ $R^2 = 0,7342$ (P1); $Y = 0,0588x + 4,823$ $R^2 = 0,8755$ (P2). Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara waktu pengamatan selama 30 hari dengan pH. Besarnya pengaruh waktu pengamatan terhadap pH kompos sebesar 81,49% (P0); 73,42% (P1); dan 87,55% (P2).



Pengamatan Hari Ke-
Gambar 3. Grafik kinetika pH

Nilai pH tertinggi dicapai pada hari ke-26 untuk P0 dengan pH awal 3,7 menjadi 6,4; pH tertinggi dicapai pada hari ke-28 untuk P1 dengan pH awal 5,1 menjadi 6,5; dan pH tertinggi dicapai pada hari ke-26 untuk P2 dengan pH awal 4,8 menjadi 6,4. Temperatur tertinggi yang dicapai diantara ketiga perlakuan yaitu pada P1 sebesar 6,5. Menurut Sunu (2015) mikroba menggunakan asam organik yang akan menyebabkan pH menjadi naik, selanjutnya asam organik digunakan mikroba jenis lain hingga derajat keasaman kembali netral. Hasil analisis menggunakan *repeated measure analysis of variance* (RMA) menunjukkan bahwa kinetika pH pupuk organik padat selama 30 hari pengamatan terdapat perbedaan yang sangat nyata dengan nilai $P < 0,01$ dan terdapat perbedaan yang sangat nyata pada tiga perlakuan serta terdapat pula perbedaan yang sangat nyata pada interaksi waktu pengamatan dan perlakuan dengan nilai $P < 0,01$. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa lama pengamatan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kinetika pH pada pupuk organik padat berbahan baku feses sapi potong.

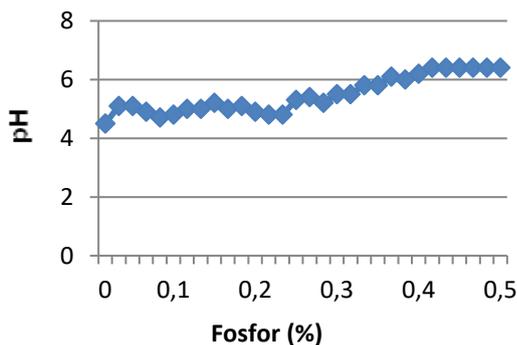
Tabel 2. Uji Lanjut *Least Significance Different* pengaruh perlakuan terhadap kinetika pH

	Perlakuan		
	P0	P1	P2
\bar{X}	5,05 ^a	5,78 ^b	5,73 ^b

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti dengan notasi serupa menandakan pengaruh yang tidak signifikan antar perlakuan

Hasil uji lanjut *least significance different* (Tabel 2) menunjukkan bahwa rata-rata nilai pH pada ketiga perlakuan dianalisis sejak pengamatan hari pertama hingga hari ke-30. Hasil analisis

memunculkan notasi huruf sebagai petunjuk apakah terdapat perbedaan yang nyata pada ketiga perlakuan pada hari pengamatan yang satu dengan yang lainnya. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa nilai rata-rata pH yang memiliki notasi serupa menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan atau tidak berbeda nyata. Manuputty *et al* (2012) menyatakan bahwa, kenaikan pH kompos diduga karena terjadi reaksi dari kation-kation basa, terutama kalium dan natrium yang merupakan logam alkali pembentuk basa kuat. Kation-kation basa ini dapat menetralkan asam-asam organik yang dihasilkan selama dekomposisi bahan organik berlangsung.



Gambar 4. Grafik kinetika pH pada setiap peningkatan 1% fosfor

Hasil analisis hubungan perlakuan dengan pH kompos (Gambar 4) menunjukkan persamaan $Y = 1.3533x + 5.1878$ $R^2 = 0.5434$. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara perlakuan yang diberikan dengan pH, semakin tinggi fosfor yang diberikan maka akan semakin meningkatkan pH pupuk organik padat. Setiap peningkatan 1% fosfor akan meningkatkan pH sebesar 1,3. Besarnya pengaruh fosfor terhadap pH yaitu sebesar 54,34%.

4. KESIMPULAN

- 1) Fortifikasi fosfor dengan level 0%, 1,15% dan 2,3% belum mampu meningkatkan temperatur hingga mencapai fase termofilik, namun ketiga perlakuan mampu mencapai temperatur akhir yang direkomendasikan oleh SNI 19-7-030-2004 mengenai kompos yaitu maksimal sesuai dengan air tanah (tidak lebih dari 30°C).
- 2) Fortifikasi fosfor dengan level 0% 1,15% dan 2,3% sudah mampu meningkatkan pH hingga mencapai pH akhir pengomposan yang direkomendasikan oleh Permentan No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 bahwa pH pupuk organik berkisar antara 4 sampai dengan 9.
- 3) Pupuk organik padat fortifikasi fosfor dengan level 2,3% mencapai temperatur stabil pada hari ke 27, sedangkan pada level 0% dan 1,15% mencapai temperatur stabil pada hari ke-29.

5. DAFTAR PUSTAKA

Afandi, F.N., B. Siswanto dan Y. Nuraini. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah Pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Jalar Di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(2): 237-244.

- Agus, C. E. Faridah, D. Wulandari dan B. H. Purwanto. 2014. Peran Mikroba Starter dalam Dekomposisi Kotoran Ternak dan Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(2): 179-187.
- Astiti, L.G.S dan Y.G. Bulu. 2016. Kandungan Unsur Hara dan Bakteri Patogenik dalam Substrat dan Lumpur Buangan Biogas Feses Sapi Bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 19(1): 1-8.
- Buntan, A. 1992. Efektifitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam Kompos Terhadap Peningkatan Serapan P dan Efisiensi Pemupukan P pada Tanaman Jagung. *Tesis*. Pascasarjana IPB. Bogor.
- Dahlan, F.H dan Khairudin. 2007. Pengaruh penggunaan pemberian pupuk bokashi kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. *Jurnal agribisnis*, 3(1): 88-98.
- Dewi, N.M.E.Y., Y. Setiyo dan I.M. Nada. 2017. Pengaruh Bahan Tambahan pada Kualitas Kompos Kotoran Sapi. *Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian*, 5(1): 76-82.
- Fajrin, J., Pathurahman dan L.G. Pratama. 2016. Aplikasi Metode *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan *Silica Fume* terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Mortar. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(1): 11-23.
- Hartati, A., T. Wuryasandari dan Y. Wulandari. 2013. Analisis Varian Dua Faktor dalam Rancangan Pengamatan Berulang (*Repeated Measures*). *Jurnal Gaussian*, 2(4): 280-288.
- Hidayati, Y. A., E. T. Marliana., T. Benito dan E. Harlia. 2010. Pengaruh Campuran Feses Sapi Potong dan Feses Sapi Kuda pada Proses Pengomposan terhadap Kualitas Kompos. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* , 10(6): 299-303.
- Hidayati, Y.A., E. Harlia, dan E.T. Marlina. 2010. Deteksi jumlah bakteri total dan Coliform pada lumpur hasil ikutan pembentukan gasbio dari feses sapi perah. *Jurnal Ilmu Ternak*, 10(1): 17-20.
- Indrawan, I. M. O., G. A. B. Widana., dan M. V. Oviantari. 2016. Analisis Kadar N, P, K dalam Pupuk Kompos Produksi TPA Jagaraga, Buleleng. *Jurnal Wahana Matematika dan Sains*, 9(2): 25-31.
- Indrawaty, V. 2016. Pengaruh Penggunaan Urin sebagai Sumber Nitrogen terhadap Bentuk Fisik dan Unsur Hara Kompos Feses Sapi. *Tesis*. Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Jambi.
- Karyono, T dan J. Laksono. 2019. Kualitas Fisik Kompos Feses Sapi Potong dan Kulit Kopi dengan Penambahan Aktivator Mol Bongkol Pisang dan EM4. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 21(2): 154-162.
- Kusumawati, N. 2011. Evaluasi Perubahan Temperatur, pH dan Kelembaban Media Pada Pembuatan Vermikompos Dari Campuran Jerami Padi Dan Kotoran Sapi Menggunakan *Lumbricus Rubellus*. *Jurnal Inovasi dan Aplikasi Teknologi*, 15(1): 45-56.
- Liferdi, L. 2010. Efek Pemberian Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis. *Jurnal Hortikultura*, 20(1): 18-26.
- Lingga, P. 2002. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Listyana, N.H dan R.J.Ludihargi. 2018. Perbandingan Pemberian Pupuk Kompos dan Pupuk Kandang terhadap Kualitas Simplisia Purwoceng (*Pimpinella alpina Molk.*). *Seminar Nasional*. Universitas Brawijaya, Malang. 2(1): 182-188.
- Manuputty, M. C., A. Jacob dan J.P. Haumahu. 2012. Pengaruh *Effective Inoculant Promi* dan EM4 terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia*, 1(2): 143-151.
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Murbandono, L. 2000. *Membuat Kompos*. Ed. Rev. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nenobesi, D., W. Mella., dan P. Soetedjo. 2017. Pemanfaatan Limbah Padat Kompos Kotoran Ternak dalam Meningkatkan Daya Dukung Lingkungan dan Biomassa Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*). *Jurnal Pangan*, 26(1): 43-56.
- Nyakpa, M.Y., A.M. Lubis., M.A. Pulung., A.G. Amrah., A. Munawar., G.B. Hong dan N. Hakim. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Peraturan Menteri Pertanian. 2006. Pupuk Organik dan Pembenh Tanah. Nomor 02/Pert/HK.060/2.
- Pham, T.H., Quyen, D.T dan Nghiem, N.M. 2010. *Optimization of Endoglucanase by Aspergillus niger VTCC-F021*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(9): 4151-4157.
- Pratiwi, I.G.A.P. 2013. Analisis Kualitas Kompos Limbah Persawahan dengan MOL sebagai Dekomposer. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika*, 2(4): 195-203.
- Purwaningsih, S. 2003. Isolasi, Populasi dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah dari Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi*, 3(1):22-31.
- Rasti, S dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen Teknologi Pertanian. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Tanaman Pangan*, 3(1): 41-58.
- Saputro, D. D., B. R. Wijaya dan Y. Wijayanti. 2014. Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Kelompok Ternak Patra Sutera. *Jurnal Rekayasa*, 12(2): 91-98.
- Saraswati R dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Tanaman Pangan*, 3(1): 1-58.
- Setiawati, M.R., Suryatmana., Hindersah., Fitriatindan Herdiyantoro. 2014. Karakterisasi Isolat BaKteri Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Ketersedian P pada Media Kultur Cair tanaman Jagung (*Zea mays l.*). *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 16(1): 30-34.
- Setyaningrum, A., N. Amrullah and P. Yuwono. 2019. Physiological Conditions of Decomposition Process and Quality of Compost Based on Beef Cattle Feces Enriched with Azolla sp. *Prociding of 1st Animal Science and Food Technology Conference*, Purwokerto: 6-8 August 2019 p:372.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik SNI 19-7-030- 2004. Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.

- Suhessy, S dan Andriani. 2014. Pengaruh Probiotik Dan Trichoderma Terhadap Hara Pupuk Kandang Yang Berasal Dari Feses Sapi Dan Kambing. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 17(2): 45-53.
- Sumekto R. 2006. *Pupuk Organik*. Klaten Jawa Tengah: Intan Sejati.
- Sunu, P. 2015. Pengaruh Fortifikasi Kandungan Bahan Organik Dari Pupuk Organik Berbahan Baku Feses Sapi Potong dan Feses Ayam Niaga Pedaging Terhadap Produksi Segar Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*). *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan.*, 1(2): 48-55.
- Sutedjo, M. M. 2008. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tumimbang, M., Z. E. Tamud dan W. Kumulontang. 2016. Uji Kualitatif Kandungan Hara Kompos Campuran Beberapa Kotoran Ternak Peliharaan. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 22(3): 123-133.
- Wahyono, S dan F. L. Sahwan. 2008. Dinamika Perubahan Temperatur dan Reduksi Volume Limbah Dalam Proses Pengomposan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9 (3): 255-262.
- Widawati, S. 2005. Daya Pacu Aktivator Fungi Asal Kebun Biologi Wamena Terhadap Kematangan Hara Kompos, Serta Jumlah Mikroba Pelarut Fosfat dan Penambat Nitrogen. *Jurnal Biodiversitas*, 6(4): 238-241.
- Widyaningrum, P dan Lisdiana. 2015. Efektivitas Proses Pengomposan Sampah Daun dengan Tiga Sumber Aktivator Berbeda. *Jurnal Rekayasa*, 13(2): 107-113.
- Yuliani, F dan F. Nugraheni. 2010. Pembuatan Pupuk Organik (Kompos) dari Arang Ampas Tebu dan Limbah Ternak. *Jurnal Sains Universitas Muria Kudus*, 1(1): 1-11.