

Pengaruh Komposisi Kotoran Sapi dan Pelepah Rebung Bambu Tabah serta Konsentrasi Aktivator terhadap Kualitas Kompos yang dihasilkan

Effect of Composition Cow Waste and Split Bamboo Tube Composition and Concentration of Activators on Composting Quality

Daniel Rama Prawiratama, I Wayan Widia*, I Nyoman Sucipta

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: wayanwidia@unud.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi bahan dan konsentrasi aktivator yang optimal terhadap kualitas kompos sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004. Bahan baku yang digunakan dalam pengomposan ini yaitu limbah pelepah rebung dan kotoran sapi. Aktivator yang digunakan yaitu dari proses fermentasi selama 2 minggu dari bonggol pisang yang ditambahkan air cucian beras dan gula merah. Proses pengomposan pada penelitian ini menggunakan keranjang bambu dengan tinggi 100cm dan diameter 60cm. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu perbandingan komposisi bahan kotoran sapi dan limbah pelepah rebung yang terdiri dari 5 taraf yaitu: 100%:0%, 75%:25%, 50%:50%, 25%:75%, dan 0%:100%. Faktor kedua yaitu konsentrasi aktivator terdiri dari 3 taraf yaitu 250 ml, 500 ml dan 750 ml. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 2 kali. Pada proses pengomposan suhu dan pH diamati setiap hari selama 31 hari. Kadar air, C-Organik(%), Nitrogen(%) diamati pada awal dan akhir proses pengomposan. Kombinasi perlakuan kotoran sapi dan pelepah rebung serta konsentrasi aktivator berpengaruh sangat nyata terhadap nilai rendemen kompos dan pH. Komposisi perlakuan terbaik yaitu A3.B3 dengan perbandingan komposisi kotoran sapi dan pelepah rebung (50%:50%) konsentrasi aktivator 750 ml, menghasilkan kompos dengan kualitas terbaik, yaitu dengan pH 6,93, kadar air 35,95%, C-organik 23,9%, N-total 1,46%, C/N rasio 16,42%. Kompos yang dihasilkan berwarna coklat kehitaman, memiliki tekstur remah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata kunci : *kotoran sapi, kualitas kompos, pelepah rebung bambu tabah, pengomposan.*

Abstract

The purpose of this study was to obtain the composition of the ingredients and coordinate the optimal activator on compost quality in accordance with the Indonesian National Standard (SNI) 19-7030-2004. The raw materials used in composting are bamboo shoots and cow dung waste. The activator used was from a 2-week fermentation process from a banana hump that was added to rice washing water and brown sugar. The composting process in this study used a bamboo basket with a height of 100cm and a diameter of 60cm. The method used is factorial Completely Randomized Design with two factors. The first factor is the composition of cow dung and tabah bamboo shoot waste which consists of 5 levels, namely: 100%: 0%, 75%: 25%, 50%: 50%, 25%: 75%, and 0%: 100%. The second factor is the concentration of activator consisting of 3 levels, namely 250 ml, 500 ml and 750 ml. Each time repeated 2 times. In the process of composting temperature and pH every day for 31 days. Water, C-Organic (%), Nitrogen (%) is observed at the beginning and end of the composting process. The combination of treatment of cow dung and bamboo shoots and the concentration of activators had a very significant effect on the compost and pH yield values. The best treatment composition is A3.B3 with a comparison of the composition of cow manure and bamboo shoot midrib (50%: 50%) concentration of 750 ml activator, producing compost with the best quality, namely with pH 6.93, moisture content 35.95%, C-organic 23.9%, N-total 1.46%, C / N ratio of 16.42%. The compost produced is blackish brown in color, has a crumb texture compared to other treatments.

Keywords : *cow dung, compost quality, tabah bamboo shoots, composting*

PENDAHULUAN

Kompos merupakan hasil penguraian dari campuran bahan organik yang sudah melalui proses pengomposan dengan bantuan mikroorganisme, secara alami bahan organik akan mengalami

penguraian di alam, namun proses pengomposan secara alami berlangsung lama dan lambat, oleh sebab itu perlu pengembangan dan riset lebih lanjut agar proses penguraian bahan organik dioptimalkan sedemikian rupa sehingga pengomposan dapat

berjalan dengan cepat dan lebih efisien. Kompos bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah. Namun saat ini budidaya pertanian banyak menggunakan pupuk kimia, sehingga dampak yang diakibatkan dalam jangka panjang yaitu penurunan produktivitas lahan dan penurunan pendapatan, padahal bahan baku untuk membuat kompos sangat mudah ditemui yaitu semua material atau bahan yang mengandung kandungan karbon dan nitrogen, seperti kotoran hewan dan biomassa. Salah satu bahan dari biomassa yang belum dimanfaatkan yaitu pelepah rebung bambu tabah yang dibudidayakan oleh Koperasi Tunas Bambu Alam Sejahtera di daerah Pupuan Tabanan Bali. Dalam proses produksi rebung bambu tabah menghasilkan limbah pelepah rebung yang belum dimanfaatkan sehingga banyak di jumpai pelepah rebung bambu tabah yang dibiarkan menumpuk dan berdampak buruk pada lingkungan, mengacu pada peraturan perundangan yang berlaku, yaitu UU No.23 tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup, maka sebaiknya biomassa yang dihasilkan dari proses produksi harus dikelola dan dimanfaatkan yang diikuti dengan pengendalian pencemaran dan degradasi kualitas lingkungan serta sumber daya alam.

Berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan pelepah rebung bambu tabah memiliki susunan kimia meliputi kadar air 81,19%, pH 4,5, karbon 39,55%, nitrogen 2,08 %, C/N 19,03%, fosfor 0,8 %. Namun untuk menghasilkan kompos yang baik diperlukan bahan tambahan, karena pH pelepah rebung terlalu asam sehingga mikroorganisme yang mampu hidup terbatas. Bahan tambahan yang digunakan adalah kotoran sapi dengan kandungan bahan kimia meliputi nitrogen 0.4 %, fosfor 0,5 %, kalium 0,1 – 1,5 %, kadar air 85 – 92 %, dan beberapa unsur-unsur lain (Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn).

Dalam proses pengomposan diperlukan aktivitas mikroorganisme lokal yang berfungsi mempercepat dekomposisi bahan organik. Menurut (Budiyani dkk, 2016) larutan Mikroorganisme Lokal (MOL) terbuat dari bahan-bahan alami, sebagai media hidup dan berkembangnya mikroorganisme, berdasarkan hasil pra-penelitian yang telah dilakukan bahwa mikroorganisme dari bonggol pisang lebih banyak mengandung mikroba jenis kapang dengan jumlah mikroba 62.000/ml. Menurut (Suhastyo, 2013) jenis mikroba yang telah diidentifikasi pada MOL bonggol pisang antara lain *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., dan *Aspergillus niger*. Menurut (Widiastuti, 2008) dalam 100g bahan bonggol pisang kering mengandung karbohidrat 66,2 g dan bonggol pisang segar mengandung karbohidrat 11,6 g. Menurut

(Bilqisti dkk,2010), bonggol pisang memiliki komposisi yang terdiri dari 76% pati dan 20% air.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan mendapatkan komposisi bahan dan konsentrasi aktivator yang optimal terhadap kualitas kompos sesuai dengan SNI 19-7030-2004.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan berjalan sejak bulan Januari sampai Juni 2019. Pada bulan Januari dilakukan pra-penelitian untuk menguji kualitas MOL dari bonggol pisang dan dilakukan analisis TPC (Total Plate Count) di laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Sedangkan proses pengomposan di mulai pada bulan April – Juni 2019 dan pengujian kualitas kompos dilakukan di laboratorium ilmu tanah Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain mesin pencacah sampah organik, terpal, sekop, gergaji, parang, cangkul, ember, timbangan digital kapasitas 120 Kg, pH meter, termometer, meteran, keranjang bambu dengan tinggi 100 cm dan diameter 60 cm, paranet, sprayer 5L, sepatu boots, karung, tabung reaksi, erlenmeyer.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biomassa pelepah rebung bambu tabah berumur 3 bulan yang diperoleh dari produksi rebung dari kelompok Bambu Alam Sejahtera di Desa Padangan, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan. Kotoran sapi yang diperoleh dari sentra pembibitan sapi Bali di daerah Sobangan, Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung. Untuk bahan yang digunakan dalam pembuatan MOL berupa gula merah, air cucian beras, dan bonggol pisang. Untuk bahan uji kualitas kompos berupa larutan kimia yang digunakan untuk uji kadar C-Organik dan N-total.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap karena unit percobaan dalam kondisi homogen dengan dua jenis faktor yaitu, faktor pertama komposisi bahan baku (A), dan faktor kedua adalah konsentrasi aktivator Mikroorganisme Lokal (B). Faktor pertama terdiri dari 5 taraf terhadap kotoran sapi : pelepah rebung bambu tabah, yaitu A1 = (100% : 0%), A2 = (75% : 25%), A3 = (50% : 50%), A4 = (25% : 75%), A5 = (0% : 100%). Faktor kedua terdiri dari 3 taraf, yaitu: B1 = 250 ml, B2 = 500 ml,

B3 = 750 ml. Dari dua jenis faktor tersebut akan diperoleh 15 kombinasi perlakuan dengan 2 pengulangan, sehingga didapatkan 30 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Proses Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL)

Mol yang digunakan dalam penelitian ini yaitu MOL yang berasal dari bonggol pisang. MOL melalui proses fermentasi dengan menggunakan air gula merah. Lama proses fermentasi bahan-bahan MOL 14 hari. Tahapan pertama cacah bonggol bonggol pisang dengan ukuran $\pm 0,5-1$ cm kemudian ditumbuk-tumbuk menggunakan penggiling hingga homogen, kemudian gula merah diris-iris dan dimasukkan kedalam air cucian beras, aduk-aduk sampai larut. Kemudian tutup ember dengan menggunakan plastik dan ikat dengan menggunakan tali rafia. Selanjutnya lubangi tutup ember yang sudah berisi MOL untuk dimasukan selang kecil tujuannya untuk menjaga tekanan udara.

Persiapan Bahan Baku Pengomposan

Pelepah rebung bambu tabah rebung dikumpulkan di Pupuan Tabanan dengan menggunakan karung dan dibawa ke Jimbaran. Selanjutnya keringkan pelepah rebung dengan dijemur sampai kadar air dibawah 60%. Menurut (Krisnawan, 2018) dalam proses pembuatan kompos sebaiknya menggunakan kadar air $60\pm 2\%$ sehingga proses pengomposan memerlukan waktu yang lebih singkat serta kualitas kompos yang dihasilkan sesuai SNI. Bahan baku lainnya yang harus dikumpulkan adalah kotoran sapi yang nantinya akan dicampur dengan pelepah rebung dengan perbandingan komposisi bahan seperti pada rancangan percobaan. Kotoran sapi yang digunakan berumur 1-14 hari yang didapat dari sentra pembibitan sapi Bali didaerah Sobangan, Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung. Setelah itu masing-masing bahan baku dianalisis di Laboratorium Universitas Udayana.

Pemotongan pelepah rebung

Proses pemotongan pelepah rebung dilakukan dengan menggunakan mesin pencacah sampah dengan ukuran 10 ± 2 cm. Pemotongan pelepah rebung menjadi ukuran yang lebih kecil bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat proses pengomposan.

Penumpukan bahan kompos dan penambahan MOL

Setelah semua bahan baku siap, selanjutnya pelepah rebung dicampur dengan kotoran sapi sesuai perbandingan pada rancangan percobaan, dengan berat total pada semua tumpukan kompos yaitu 100

Kg. Bahan kompos yang sudah tercampur kemudian diletakkan di terpal dan ditambahkan larutan mikroorganisme yang sudah dibuat kemudian untuk semua perlakuan ditambahkan 5000 ml air dan konsentrasi MOL sesuai dengan rancangan percobaan. Bahan kompos yang telah di semprotkan MOL secara merata menggunakan sprayer kemudian dimasukkan kedalam keranjang bambu tinggi 100 cm dan diameter 60 cm yang telah dibuat. Pengomposan berlangsung secara aerob dan dilakukan pembalikan kompos setiap 6 hari sekali dengan tujuan untuk menjaga pasokan oksigen (aerasi) serta mencegah bau yang timbul pada proses pengomposan.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati harian yaitu nilai suhu dan pH, sedangkan parameter kualitas kompos yaitu nilai rendemen kompos yang dihasilkan, C- organik, N-total, C/N rasio, Kadar air diamati pada akhir proses pengomposan. Kemudian nilai kualitas kompos tersebut dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik bahan baku

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa limbah pelepah rebung memiliki kandungan C/N rasio 18,98 % dan kotoran sapi 17,70 %. Kadar C/N rasio awal bahan baku mempengaruhi waktu dan hasil pengomposan, kadar C/N awal bahan yang optimal adalah 20% - 40% (Gaur, 1982). Kandungan pH pada pelepah rebung sebesar 4,50 lebih asam dibandingkan dengan pH kotoran sapi 6,23. Proses pengomposan akan berlangsung secara baik jika pH awal bahan baku 6,5 - 7, karena mikroba dapat berkembang pada kondisi tersebut (Setiyo *et al.*2007). Selain itu beberapa kandungan pada pelepah rebung dan kotoran sapi masing-masing memiliki kadar air 81,19% dan 52,15%. Penentuan parameter awal ini dilakukan untuk menjadi landasan dasar perbandingan campuran bahan pengomposan.

Untuk mengetahui jumlah mikroba pada MOL yang telah di fermentasi dilakukan analisis menggunakan metode Total Plate Count menggunakan media PDA (Potato Dextrose Agar), PCA (Plate Count Agar) hasil disajikan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa mikroorganisme dari bonggol pisang lebih banyak mengandung mikroba jenis kapang dengan jumlah mikroba 62.000/ml. Menurut (Suhastyo, 2013) jenis mikroba yang telah diidentifikasi pada MOL bonggol pisang antara lain *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., dan *Aspergillus niger*. Sedangkan kandungan dari EM4 yang dijual oleh PT. Songgolangit Persada,

mengandung bakteri yang dihitung dengan metode TPC sebanyak $2,8 \times 10^6/\text{ml}$ (Atmaja, 2017).

Tabel 1

Kandungan kimia bahan baku yang digunakan dalam pengomposan.

Parameter	Kotoran Sapi	Pelepeh Rebung
Kadar C-Organik (%)	18,62	39,55
Kadar N-Total (%)	1,05	2,09
pH	6,23	4,50
Kadar air (%)	52,15	81,19
Rasio C/N (%)	17,70	18,98

(Sumber : Hasil analisis laboratorium)

Tabel 2 Jumlah mikroba pada mikroorganisme yang digunakan.

Media	Jumlah pengenceran			Total Mikroba cfu/ml	Total Mikroba ml
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}		
PDA	$1,85 \times 10^4$	$8,0 \times 10^4$	$8,7 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	62.000
PCA	$4,5 \times 10^3$	-	-	$4,5 \times 10^3$	4.500

Keterangan: Jumlah koloni yang dapat dihitung pada colony meter 30-300 cfu/ml.

Kandungan kimia awal kombinasi perlakuan

Setelah dilakukan pencampuran bahan dan penambahan MOL pada masing masing perlakuan maka didapatkan kandungan seperti Tabel 3. Perbandingan kombinasi kotoran sapi dan pelepeh rebung berpengaruh terhadap kandungan awal kadar air, C-Organik, N-Total, C/N, pH, dan kerapatan massa. Kandungan C/N dari masing-masing kombinasi tidak terlalu tinggi 17,76 % - 25,47% sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama agar sama dengan C/N yang dimiliki tanah berkisar 10% - 20% (Setiyo *et al*, 2007).

Parameter proses pengomposan

Suhu

Hasil pengamatan faktor perbandingan komposisi bahan terhadap suhu selama proses pengomposan diilustrasikan pada Gambar 1. Pada awal proses pengomposan tumpukan bahan baku kompos mengalami proses aklimasi yaitu proses penyesuaian bahan baku kompos, dimana aktivitas mikroorganisme dalam bahan beradaptasi dengan kondisi mesofilik (Madriani, 2016).

Tabel 3

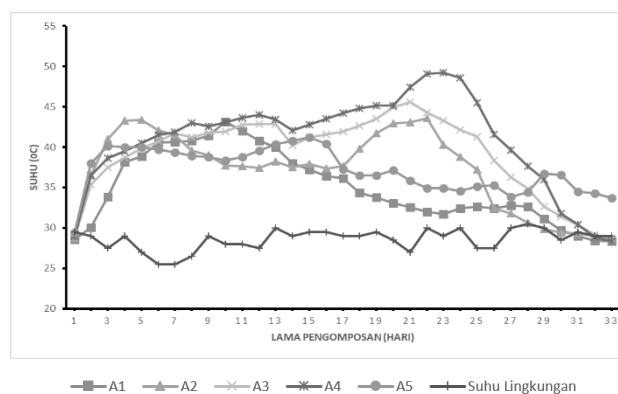
Nilai rata-rata kandungan kimia awal kombinasi bahan baku.

Masing masing perlakuan mencapai fase termofilik berkisar antara suhu $40,88^{\circ}\text{C}$ - $49,87^{\circ}\text{C}$, setelah mengalami fase termofilik selanjutnya mulai mengalami fase pematangan kompos yang ditandai dengan adanya penurunan suhu yang mendekati suhu lingkungan, tetapi pada perlakuan A5 suhu pengomposan belum mencapai suhu lingkungan hal

ini disebabkan karena pH dari masing masing perlakuan cenderung asam sehingga aktivitas mikroorganisme terganggu dan tidak bekerja dengan baik hal ini diakibatkan kandungan kadar air bahan yang masih tinggi.

Perlakuan	Kadar Air	C-Organik	N Total	pH	C/N Rasio (%)	Kerapatan Massa (Kg/m ³)
A1.B1	44,67	18,25	0,94	6,17	19,45	708,00
A1.B2	44,81	18,07	1,01	6,15	17,96	694,10
A1.B3	43,08	19,04	1,05	6,38	18,14	700,78
A2.B1	47,20	22,03	1,00	5,92	22,10	655,52
A2.B2	46,79	23,37	1,03	5,90	22,62	649,33
A2.B3	47,36	23,28	1,03	5,95	22,56	661,47
A3.B1	50,88	24,81	0,98	5,08	25,47	584,93
A3.B2	51,82	25,24	1,11	5,18	22,76	599,93
A3.B3	51,49	25,80	1,08	5,43	24,04	594,76
A4.B1	54,51	31,55	1,29	4,75	24,46	516,83
A4.B2	56,06	32,90	1,31	4,82	25,09	516,61
A4.B3	56,93	33,44	1,31	4,70	25,43	505,51
A5.B1	59,57	39,20	2,03	4,70	19,36	465,68
A5.B2	61,58	39,56	2,14	4,57	18,52	462,74
A5.B3	61,19	37,67	2,12	4,48	17,76	462,58

Suhu pada seluruh perlakuan mulai meningkat pada hari ke-2 dengan rentang suhu $29,13^{\circ}\text{C}$ - $38,27^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut menunjukkan proses perombakan bahan oleh mikroorganisme mulai aktif pada fase mesofilik. Peningkatan suhu yang terjadi di awal pengomposan disebabkan oleh panas yang dihasilkan dari proses perombakan bahan organik oleh mikroorganisme. Selanjutnya terjadi peningkatan suhu pada setiap perlakuan dengan kecepatan dan rentang waktu yang berbeda mencapai fase termofilik $>40^{\circ}\text{C}$.



Gambar 1. Perubahan suhu faktor komposisi bahan selama proses pengomposan.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi kedua faktor tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap suhu selama proses pengomposan, sehingga tidak dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Nilai rata-rata suhu selama proses pengomposan berkisar antara $41,46^{\circ}\text{C}$ sampai $34,15^{\circ}\text{C}$. Perlakuan A4 mencapai suhu tertinggi yaitu $49,87^{\circ}\text{C}$. Terlihat pada Gambar 1. Perbandingan

komposisi kotoran sapi dengan pelepah rebung berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme pengurai dalam mendekomposisi bahan baku kompos. Perlakuan yang memiliki perbandingan (berat awal) kotoran sapi lebih banyak atau sama dengan berat awal pelepah rebung yaitu A1, A2, A3 mengalami peningkatan suhu lebih cepat saat memasuki fase termofilik. Perlakuan A1, A2, dan A3 juga mengalami penurunan suhu lebih cepat mendekati suhu lingkungan pada fase pematangan.

Tabel 4

Nilai rata-rata faktor perbandingan komposisi bahan terhadap suhu pengomposan.

Perlakuan	Suhu Minimum (°C)	Suhu Maksimum (°C)	Suhu Rata-rata (°C)
A1	28,36	43,15	34,95 ^d
A2	28,56	43,54	37,11 ^c
A3	28,24	45,56	39,08 ^b
A4	28,37	49,20	40,87 ^a
A5	29,39	41,22	37,15 ^c

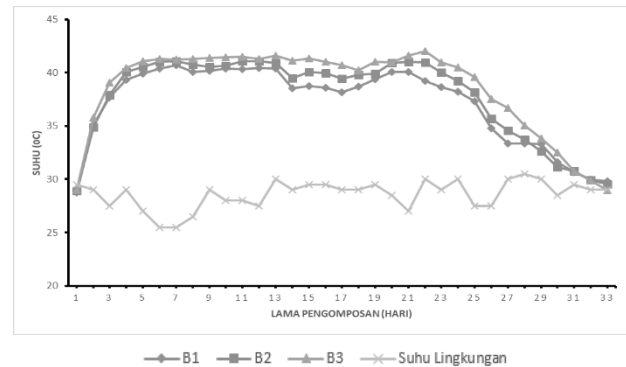
Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Berbeda dengan perlakuan A4, dan A5 yang memiliki perbandingan komposisi pelepah rebung lebih banyak dibandingkan kotoran sapi, mengalami perubahan suhu lebih lama dan mencapai suhu lebih tinggi, diakibatkan kandungan bahan organik lebih tinggi dibandingkan ketiga perlakuan lainnya. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan komposisi bahan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap suhu selama proses pengomposan.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap faktor perbandingan komposisi bahan menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap suhu pengomposan seperti yang disajikan pada Tabel 4. diketahui bahwa suhu rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan komposisi bahan 25% : 75% (A4) yaitu sebesar 40,87% dimana perlakuan A4 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Sedangkan pada Gambar 2. Konsentrasi aktivator B3 mampu mencapai suhu yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan B1 dan B2.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi aktivator berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap suhu selama proses pengomposan sehingga dilanjutkan uji BNT terhadap faktor konsentrasi aktivator menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap suhu pengomposan seperti yang disajikan pada Tabel 5. Diketahui bahwa suhu rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan konsentrasi 750 ml (B3) yaitu sebesar 38,57% dimana perlakuan B3 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan

B2 tetapi berbeda nyata pada perlakuan B1. Menurut (Dewi, 2017) peningkatan suhu pada proses pengomposan dipengaruhi oleh jumlah aktivitas mikroorganisme perombak biomassa, semakin banyak mikroorganisme yang aktif bekerja maka suhu pengomposan semakin panas dan mampu mempercepat proses pengomposan.



Gambar 2. Perubahan suhu faktor konsentrasi aktivator selama proses pengomposan

Tabel 5

Nilai rata-rata faktor konsentrasi aktivator terhadap suhu pengomposan.

Perlakuan	Suhu Minimum (°C)	Suhu Maksimum (°C)	Suhu Rata-rata (°C)
B1	28,73	40,72	37,16 ^b
B2	28,93	41,09	37,77 ^{ab}
B3	28,95	42,03	38,57 ^a

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Rendemen

Rendemen merupakan jumlah akhir atau presentase kompos yang diperoleh setelah mengalami proses pengomposan. Nilai rendemen yang tinggi menunjukkan bahwa jumlah kompos yang dihasilkan semakin banyak. Setelah mengalami proses pengomposan selama 32 hari didapatkan hasil pengukuran rendemen rata-rata kompos yaitu 37,50% -71,28% dari kombinasi perlakuan seperti pada Gambar 3. Perlakuan A5.B3 (0%:100% dan 750ml) nilai rendemennya tertinggi yaitu 71,28%, nilai rendemen terendah yaitu 37,50% diperoleh dari perlakuan A1.B3 (100%:0%) dan 750ml).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan interaksi antara kedua faktor dan faktor perbandingan komposisi bahan sangat signifikan ($P<0,01$) terhadap nilai rendemen kompos. Sedangkan faktor konsentrasi aktivator tidak berpengaruh ($P>0,05$) terhadap nilai rendemen kompos. Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap interaksi antara kedua faktor menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap rendemen seperti yang disajikan pada Tabel 6.

Diketahui bahwa rendemen rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan komposisi bahan A5.B3(0% : 100% dan 750 ml) yaitu sebesar 71,28% dan tidak berbeda nyata dengan A5.B2 dan A5.B1, namun berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya.

Tabel 6

Nilai rata-rata interaksi antara kedua faktor terhadap nilai rendemen (%).

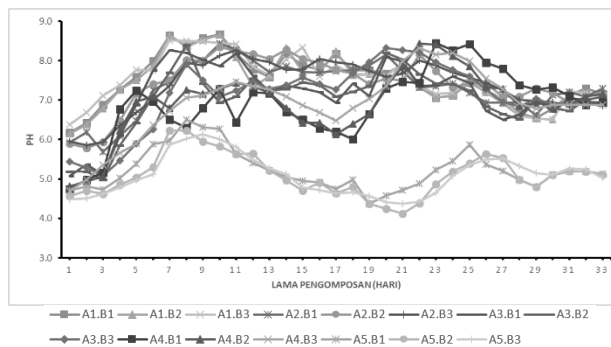
	B1	B2	B3	Rata-rata
A1	39,23 ^{hi}	38,30 ⁱ	37,50 ⁱ	38,34 ^a
A2	40,98 ^{gh}	42,15 ^g	41,25 ^{gh}	41,46 ^b
A3	48,75 ^e	44,78 ^f	52,83 ^d	48,78 ^c
A4	59,80 ^c	62,15 ^b	59,30 ^c	60,42 ^d
A5	70,05 ^a	69,83 ^a	71,28 ^a	70,38 ^e
Rata-rata	51.76	51.44	52.43	

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Hasil penelitian yang dilakukan (Krisnawan, 2018) menunjukkan kadar air paling rendah menghasilkan rendemen paling sedikit, sedangkan nilai rendemen tertinggi diperoleh dengan kadar air paling tinggi. Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap faktor perbandingan komposisi bahan menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap rendemen seperti yang disajikan pada Tabel 6. Diketahui bahwa rendemen rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan komposisi bahan 0% : 100% (A5) yaitu sebesar 70,38% dimana perlakuan A1 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diperoleh hasil faktor konsentrasi aktivator tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap nilai rendemen kompos. Sehingga tidak dilakukan uji lanjut BNT. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi aktivator tidak memberikan pengaruh terhadap hasil rendemen pengomposan. Menurut (Yuwono, 2016), proses pengomposan bahan organik akan menyebabkan penyusutan berat kompos menjadi 50% - 70% dari berat awal bahan sebelum terdekomposisi. Terjadinya penyusutan berat diakibatkan oleh kadar air dan perubahan bentuk material kompos.

Derajat Keasaman (pH)

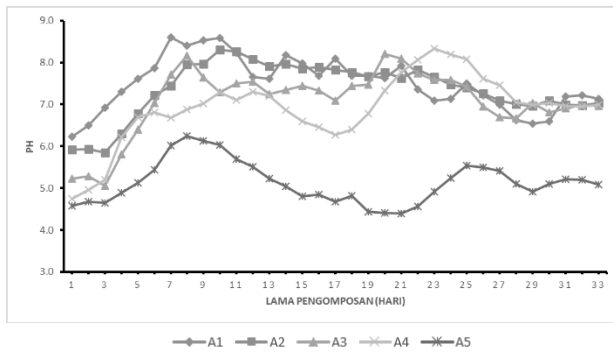
Tingkat keasaman merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh selama proses pengomposan berlangsung. Menurut (Atmaja, 2017) kandungan pH yang terlalu tinggi (basa) pada kompos akan mengubah unsur nitrogen (N) dalam kompos menjadi amonia, sebaliknya kompos dengan pH yang terlalu rendah (asam) akan menyebabkan kematian sebagian mikroorganisme.



Gambar 4. Perubahan pH interaksi antara kedua faktor selama proses pengomposan.

Pada awal proses pengomposan, nilai pH berkisar 4,5 - 6,4. Secara umum kondisi perbandingan bahan yang lebih banyak atau sama dengan kotoran sapi (A1, A2, A3) memiliki nilai pH 5,4 - 6,4 sedangkan perlakuan (A4 dan A5) memiliki nilai pH yang cenderung asam 4,5 - 4,8. Selanjutnya nilai pH kompos terus mengalami peningkatan akibat aktivitas mikroorganisme pengurai yang mendekomposisikan nitrogen dalam bahan kompos menjadi amonia, sehingga menyebabkan kondisi basa. Pada akhir proses pengomposan, nilai pH masing-masing perlakuan mengalami penurunan mendekati kondisi netral dengan kisaran 6,9–7,3. Kecuali pada perlakuan A5.B1, A5.B2, dan A5.B3 dari hari ke-8 sampai akhir pengomposan nilai pH nyadalam keadaan asam dengan kisaran pH 4,0–5,5. Hal ini disebabkan karena tidak ada tambahan bahan kotoran sapi sehingga proses pengomposan tidak berjalan dengan baik. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara kedua faktor dan faktor konsentrasi aktivator tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap pH selama proses pengomposan, sehingga tidak dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Tetapi faktor perbandingan komposisi bahan berpengaruh sangat signifikan ($P<0,01$) terhadap pH selama proses pengomposan. Menurut (Kusuma, 2012) derajat keasaman (pH) selama proses pengomposan dipengaruhi kandungan nitrogen bahan organik kompos hasil sintesis protein oleh mikroorganisme pengurai dan kandungan pH selalu berubah tergantung komposisi kimia bahan yang dikomposkan.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap faktor perbandingan komposisi bahan menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap suhu selama proses pengomposan seperti yang disajikan pada Tabel 7. Pada perlakuan A1 (100% : 0%) dan A2 (75%:25%) tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata antara perlakuan A3, A4, dan A5. Hal ini menunjukkan bahwa pH dari kotoran sapi lebih netral dibandingkan dengan pH pelepah rebung.



Gambar 5. Perubahan pH faktor komposisi bahan selama proses pengomposan.

Tabel 7

Nilai rata-rata faktor perbandingan komposisi bahan terhadap pH selama proses pengomposan.

Perlakuan	pH Minimum	pH Maksimum	pH Rata-rata
A1	6,23	8,60	7,50 ^a
A2	5,85	8,31	7,37 ^a
A3	5,06	8,20	7,08 ^b
A4	4,76	8,33	6,92 ^b
A5	4,40	6,25	5,14 ^c

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Parameter Kualitas Kompos

Pada penelitian ini, SNI 19-7030-2004 digunakan sebagai acuan kualitas kompos hasil penelitian. Adapun parameter uji kualitas kompos meliputi pH, kadar air, C-organik, N-total, dan C/N rasio.

Derajat Keasaman (pH)

Kompos yang telah matang sebelum digunakan langsung pada lahan tentu harus memenuhi SNI 19-7030-2004, salah satu unsur yang harus dipenuhi adalah memiliki pH yang netral antara 6,80 – 7,49. Setelah proses pengomposan berlangsung selama 32 hari selanjutnya dilakukan pengujian sampel di laboratorium dan didapatkan hasil pengukuran seperti pada Tabel 8 menunjukkan bahwa seluruh perlakuan sesuai dengan standar, kecuali pada perlakuan A5.B1, A5.B2, dan A5.B3 yang memiliki kandungan pH cenderung asam. Hal ini diakibatkan karena tidak ada penambahan kotoran sapi sehingga hasil dari proses pengomposan tidak sesuai dengan standar.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap faktor perbandingan komposisi bahan menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap pH seperti yang disajikan pada Tabel 8 diketahui bahwa pH rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan komposisi bahan A1 (100% : 0%) yaitu sebesar 7,13 dimana perlakuan A1 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap konsentrasi aktivator menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap pH seperti yang

disajikan pada Gambar 6b. Perlakuan B1 (250ml) tidak berbeda nyata terhadap B2 (500ml) tetapi berbeda nyata dengan B3 (750ml). Tetapi semua perlakuan tidak sesuai dengan standar SNI.

Tabel 8

Nilai rata-rata interaksi antara kedua faktor terhadap pH kompos.

	B1	B2	B3	Rata-rata	Standar SNI
A1	7,15 ^{ab}	7,12 ^{ab}	7,12 ^{ab}	7,13 ^a	6,80 – 7,49
A2	7,30 ^a	6,93 ^{bc}	6,85 ^c	7,03 ^b	
A3	6,87 ^c	7,08 ^{bc}	6,93 ^{bc}	6,96 ^b	
A4	6,95 ^{bc}	7,15 ^{ab}	6,88 ^c	6,99 ^b	
A5	5,13 ^d	5,10 ^d	5,02 ^d	5,08 ^c	
Rata-rata	6,68 ^a	6,68 ^a	6,56 ^a		

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Kadar Air

Kompos yang telah matang harus diuji kadar airnya agar memenuhi SNI. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara kedua faktor dan faktor konsentrasi aktivator tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kadar air. Sedangkan hasil analisis sidik ragam faktor perbandingan komposisi bahan berpengaruh sangat signifikan ($P<0,01$) terhadap kualitas akhir kadar air, sehingga dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Dapat dilihat pada Tabel 9. Kandungan kadar air semua perlakuan berkisar antara 29,28% - 46,37%, sehingga secara umum sesuai dengan SNI karena kadar air akhirnya tidak melewati ambang batas SNI ($<50%$). Perlakuan dengan campuran pelepah rebung yang dominan cenderung memiliki kadar air yang lebih tinggi, sedangkan perlakuan yang ditambahkan dengan kotoran sapi memiliki kadar air jauh lebih rendah.

Tabel 9

Nilai rata-rata interaksi antara kedua faktor terhadap kadar air.

	B1	B2	B3	Rata-rata	Standar SNI
A1	37,29	37,92	37,51	37,57 ^c	< 50
A2	32,47	29,28	31,46	31,07 ^d	
A3	39,04	36,35	35,95	37,11 ^c	
A4	42,38	41,48	43,38	42,41 ^b	
A5	46,80	44,82	46,37	45,99 ^a	
Rata-rata	39,60	37,97	38,93		

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap faktor perbandingan komposisi bahan menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap pH seperti yang disajikan pada Tabel 9. Pada perlakuan perbandingan komposisi bahan 0% : 100% (A5) memiliki nilai kadar air 45,99% dimana perlakuan A5 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Sehingga secara umum

sesuai dengan SNI karena kadar air akhir batas SNI (<50%).

C - Organik

Kandungan karbon (C-Organik) merupakan salah satu parameter yang menentukan kematangan kompos, dimana ketersediaan unsur karbon dibutuhkan untuk proses dekomposisi kompos (Krisnawan, 2018). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara kedua faktor dan faktor konsentrasi aktivator tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kandungan C-organik. Sedangkan hasil analisis sidik ragam faktor perbandingan komposisi bahan berpengaruh sangat signifikan ($P<0,01$) terhadap kandungan C-organik, sehingga dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Pada Tabel 10 menunjukkan bahwa semua perlakuan mempunyai nilai rata-rata C-organik berkisar antara 16,72% - 35,96%, sehingga secara umum perlakuan A1.B1 – A4.B3 memiliki kandungan C-organik sesuai dengan SNI, sedangkan perlakuan A5.B1, A5.B2, A5.B3 tidak sesuai dengan standar SNI.

Tabel 10

Nilai rata- rata interaksi antara kedua faktor terhadap C-organik.

	B1	B2	B3	Rata-rata	Standar SNI
A1	16,72	18,25	19,15	18,04 ^d	9,8 - 32
A2	20,14	18,88	18,43	19,15 ^d	
A3	22,12	23,19	23,91	23,07 ^c	
A4	26,97	27,06	26,25	26,76 ^b	
A5	33,64	35,96	33,98	34,53 ^a	
Rata-rata	23,92	24,67	24,34		

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap faktor perbandingan komposisi bahan menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap kandungan C-organik seperti yang disajikan pada Tabel 10. Pada perlakuan perbandingan komposisi bahan 0% : 100% (A5) memiliki kandungan C-organik 34,53% dimana perlakuan A5 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Kadar C-organik yang berbeda pada perlakuan A1, A2, A3, A4, dan A5 dipengaruhi komposisi bahan kotoran sapi dan pelepah rebung. Jika dilihat perlakuan dengan jumlah pelepah rebung yang lebih banyak dibandingkan dengan kotoran sapi menghasilkan kompos dengan kandungan karbon (C) lebih besar. Jumlah komposisi pelepah rebung yang semakin banyak mengakibatkan aktivitas mikroorganisme pengurai semakin berat dan membutuhkan waktu yang lama untuk mendekomposisi bahan, hal ini yang mempengaruhi

suhu pengomposan pada perlakuan A5 masih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

N-total

Bahan organik yang telah mengalami proses pengomposan selanjutnya diukur kandungan nitrogen. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara kedua faktor dan faktor konsentrasi aktivator tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kandungan N-total. Sedangkan hasil analisis sidik ragam faktor perbandingan komposisi bahan berpengaruh sangat signifikan ($P<0,01$) terhadap terhadap kandungan N-total, sehingga dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Pada Tabel 11. menunjukkan bahwa semua perlakuan mempunyai nilai rata-rata N-total berkisar antara 1,06% - 2,08%, sehingga secara umum seluruh perlakuan sesuai dengan SNI. Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap faktor perbandingan komposisi bahan menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap kandungan N-total seperti yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11

Nilai rata- rata interaksi antara kedua faktor terhadap N-total.

	B1	B2	B3	Rata-rata	Standar SNI
A1	1,13	1,06	1,06	1,09 ^e	> 0,40
A2	1,35	1,31	1,35	1,34 ^d	
A3	1,47	1,46	1,46	1,46 ^c	
A4	1,66	1,71	1,71	1,69 ^b	
A5	1,92	2,00	2,08	2,00 ^a	
Rata-rata	1,51	1,51	1,53		

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Pada perlakuan perbandingan komposisi bahan 0% : 100% (A5) memiliki kandungan N-total 2,00% dimana perlakuan A5 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Semakin banyak pelepah rebung yang digunakan pada bahan baku kompos, maka kadar N-total akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pelepah rebung memiliki kadar nitrogen yang tinggi sehingga mempengaruhi kadar N-total pada kompos yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Kusuma, 2012), bahwa kadar N-total dipengaruhi oleh kondisi bahan baku kompos.

C/N Rasio

Nilai C/N merupakan faktor penting dalam pengomposan yang dibutuhkan mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk merombak bahan organik. Prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan C/N rasio bahan hingga sama dengan C/N tanah (10% - 20%). Berdasarkan hasil analisis

sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara kedua faktor dan faktor konsentrasi aktivator tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kandungan C/N rasio. Sedangkan hasil analisis sidik ragam faktor perbandingan komposisi bahan berpengaruh sangat signifikan ($P<0,01$) terhadap terhadap kandungan C/N rasio, sehingga dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Pada Tabel 12. menunjukkan bahwa semua perlakuan mempunyai nilai rata-rata C/N rasio berkisar antara 13,65% - 18,15%, sehingga secara umum seluruh perlakuan sesuai dengan SNI. Menurut (Pane, 2014), selama proses pengomposan akan terjadi perubahan C/N rasio dikarenakan unsur karbon dan nitrogen yang terkandung dalam bahan organik kompos telah terurai. Unsur karbon (C) digunakan oleh mikroorganisme pengurai sebagai sumber energi, sedangkan unsur nitrogen (N) digunakan untuk membangun struktur sel tubuhnya. Adanya aktivitas mikroorganisme pengurai yang menggunakan unsur karbon dan nitrogen selama proses dekomposisi menyebabkan C/N rasio kompos semakin turun dibandingkan dengan sebelum masuk proses pengomposan.

Tabel 12

Nilai rata-rata interaksi antara kedua faktor terhadap C/N rasio.

	B1	B2	B3	Rata-rata	Standar SNI
A1	14,78	17,23	18,15	16,72 ^{ab}	10 – 20
A2	14,91	14,35	13,65	14,31 ^c	
A3	15,08	15,85	16,42	15,78 ^b	
A4	16,27	15,87	15,32	15,82 ^b	
A5	17,50	17,99	16,34	17,27 ^a	
Rata-rata	15,71	16,26	15,98		

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT terhadap faktor perbandingan komposisi bahan menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap kandungan C/N rasio seperti yang disajikan pada Tabel 12. Pada perlakuan perbandingan komposisi bahan (0% : 100%) A5 memiliki kandungan C/N rasio 17,27% dimana perlakuan A5 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan (100%:0%) A1 tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Jumlah pelepah rebung yang semakin banyak pada perbandingan komposisi bahan baku kompos mengakibatkan peningkatan kadar nitrogen (N).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Komposisi kotoran sapi dan pelepah rebung bambu tabah berpengaruh sangat nyata terhadap nilai pH, rendemen kompos, kadar air, C-Organik, N-total dan

C/N rasio. Semakin tinggi komposisi pelepah rebung bambu tabah mengakibatkan peningkatan terhadap kadar air, C-Organik, N-Total dan rendemen kompos, namun mengakibatkan penurunan terhadap pH. Konsentrasi aktivator berpengaruh nyata terhadap pH kompos dan tidak berpengaruh terhadap kadar air, rendemen kompos, C-Organik, N-total dan C/N rasio. Semakin tinggi konsentrasi aktivator mengakibatkan peningkatan suhu dan pH kompos. Kombinasi perlakuan kotoran sapi dan pelepah rebung serta konsentrasi aktivator berpengaruh sangat nyata terhadap nilai rendemen kompos dan pH akhir kompos. Komposisi kotoran sapi dan pelepah rebung bambu tabah (50%:50%) serta konsentrasi aktivator (750 ml) menghasilkan kompos dengan kualitas terbaik, yaitu pH 6,93, kadar air 35,95%, C-organik 23,9%, N-total 1,46%, C/N rasio 16,42%.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh penggunaan kotoran ternak yang berbeda dengan pelepah rebung untuk mengetahui perbedaan kualitas kompos yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurroni. 2017. Implementation of Integrated Atmaja, I. K. M., Tika, I. W., & Wijaya, I. A. S. (2017). Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan Baku terhadap Kualitas Kompos dan Lama Waktu Pengomposan The Effect Composition Ratio of Raw Material on Compost Quality and Timing for Composting Abstrak waktu minimal untuk menghasilkan pupuk kompos dengan bahan das, 5, 2–7.
- Budiyani, N. K., Soniari, N. N., & Sutari, N. W. S. (2016). Analisis Kualitas Larutan Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*.
- Bilqisti, Q., H. Prasetya, dan Susanti. 2010. Tepung Bonggol Pisang sebagai Upaya Mengurangi Ketergantungan Bahan Baku Tepung dari Luar Negeri. *PKM. Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- Dewi, N. M. E. Y. Y. S. I. made N. (2017). Pengaruh bahan tambahan pada kualitas kompos kotoran sapi. *BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 5(1), 76–82. Retrieved from <http://ojs.unud.ac.id/index.php/beta>
- Gaur, A. C. (1982). A manual of rural composting. Food Agriculture Organization of United Nations. Rome.
- Krisnawan, K. A., Tika, I. W., Ayu, I., Bintang, G., Studi, P., Pertanian, T., & Pertanian, F. T. (2018). Analisis Dinamika Suhu pada Proses

-
- Pengomposan Jerami dicampur Kotoran Ayam dengan Perlakuan Kadar Air Analysis of Temperature Dynamic on Composting Process of Rice Straw Mixed Chicken Manure with Moisture Content Treatment Abstrak, 6, 25–32.
- Kusuma, M. A. (2012). Pengaruh Variasi Kadar Air terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota Depok. *MT Tesis. Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok*.
- Madriani, I. A. G. B. (2016). Community-based composting and management of leftover food for urban agriculture.
- Pane, M. A., Damanik, M. M. B., & Sitorus, B. (2014). Pemberian Bahan Organik Kompos Jerami Padi dan Abu Sekam Padi dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(4).
- Setiyo, Y., Hadi, K. P., Subroto, M. A., & Yuwono, A. S. (2007). Pengembangan Model Simulasi Proses Pengomposan Sampah Organik Perkotaan. In *Journal Forum Pascasarjana* (Vol. 30, No. 1, pp. 1-12).
- Suhastyo, A. A., Anas, I., Santosa, D. A., & Lestari, Y. (2013). Studi Mikrobiologi Dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) Yang Digunakan Pada Budidaya Padi Metode Sri (System of Rice Intensification). *SAINTEKS*, 10(2).
- Suhastyo, A. A. 2011. Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal yang Digunakan pada Budidaya Padi Metode SRI (System of Rice Intensification). *Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- Widiastuti, R. R. 2008. Pemanfaatan Bonggol Pisang Raja Sere sebagai Bahan Baku Pembuatan Cuka. *Sripsi SI. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta*.
- Yuwono, T. (2006). Kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos sampah organik. *Jurnal inovasi pertanian*, 4(2), 116-123.