

Analisis Pengaruh Pengomposan Sampah Sisa Makanan dan EcengGondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Suhu dan Kadar Air

Tri Utami¹, Mirna Apriani^{1*}, Ulvi Pri Astuti¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: mirna.apriani.ppns.ac.id

Abstrak

Timbulan sampah tahun 2022 di Indonesia mencapai 17.729.071,73 ton/tahun, dimana 41,7% adalah sisa makanan dari sampah rumah tangga. Eceng gondok dalam badan air dengan jumlah tidak terkendali mengakibatkan banjir, pendangkalan dan permasalahan lainnya. Kedua bahan tersebut berpotensi dijadikan kompos karena memiliki kandungan unsur mikro dan makro yang dibutuhkan oleh tanah dan tanaman. Salah satu metode pengomposan yang dapat digunakan yaitu biokonversi menggunakan larva BSF untuk merombak sampah organik. Pengomposan menggunakan larva BSF mampu mendegradasi sampah organik lebih dari 50%, serta menghasilkan kompos dengan kandungan penyubur tinggi. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisa pengaruh variasi komposisi bahan dan *feeding regime* terhadap parameter suhu serta kadar air hasil pengomposan. Penelitian ini menggunakan reaktor berukuran 50 cm x 50 cm x 20 cm, dengan jumlah larva BSF sebanyak 1600 ekor per reaktor. Variasi komposisi yang digunakan 100% sisa makanan, 100% eceng gondok, 40% sisa makanan + 60% eceng gondok, dan 60% sisa makanan +40% eceng gondok dengan variasi *feeding regime* 1 hari dan 3 hari sekali. Kualitas kompos mengacu pada baku mutu SNI 19-7030-2004. Hasil akhir pengamatan suhu berada pada rentang 28°C-30°C dan telah memenuhi baku mutu kompos. Sedangkan untuk kadar air, terdapat beberapa reaktor belum memenuhi baku mutu (<50%). Hasil pengukuran kadar air berada pada rentang nilai 47%-65%.

Keywords: Eceng gondok, kadar air, larva BSF, sisa makanan, dan suhu.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia setiap tahunnya mengakibatkan jumlah kebutuhan sehari-hari juga ikut meningkat. Salah satunya kebutuhan untuk memenuhi nutrisi tubuh, yaitu dengan mengkonsumsi makanan yang sehat dan bergizi. Adanya peningkatan tersebut, membuat jumlah timbulan sisa makanan di Indonesia ikut meningkat. Menurut data SIPSN (Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional) dari KLHK tercatat pada tahun 2022 jumlah timbulan sisa makanan di Indonesia mencapai 17.729.071,73 ton/tahun. Agar sampah sisa makanan memiliki nilai dan tidak berakhir serta menumpuk di TPA begitu saja, maka diperlukan upaya pemanfaatan. Salah satu pemanfaatan yang dapat dilakukan yaitu menjadikannya sebagai kompos dengan metode BSF. Sejalan dengan hal tersebut salah satu bahan organik yang disukai larva BSF adalah sisa makanan (Sastro, 2016). Kandungan nutrisi yang tinggi pada sisa makanan mampu dijadikan pakan yang cocok untuk larva BSF, karena mampu menghasilkan larva dengan kandungan protein yang tinggi

Adapun bahan lain yang dapat dijadikan sebagai kompos yaitu eceng gondok. Eceng gondok merupakan tanaman air yang dapat tumbuh di rawa, danau, sungai, dan saluran air. Eceng gondok biasanya dijadikan sebagai indikator pencemaran air, dikarenakan kemampuannya dalam menyerap polutan di badan air yang mengakibatkan jumlahnya terus meningkat. Oleh sebagian masyarakat dianggap sebagai gulma yang mampu mengganggu saluran air. Sehingga keberadaannya perlu dikurangi dengan memanfaatkannya sebagai kompos.

Metode pengomposan menggunakan larva BSF dinilai mampu mereduksi sampah dengan cepat, tidak menimbulkan bau, tidak menyebarkan vektor penyakit, dan menghasilkan maggot dengan kandungan protein tinggi. Kandungan nutrisi yang tinggi pada sisa makanan mampu dijadikan pakan yang cocok untuk larva BSF, karena mampu menghasilkan larva dengan kandungan protein yang tinggi. Selain itu, terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam pengomposan menggunakan larva BSF ini yaitu suhu dan kadar air. Pengamatan terhadap parameter suhu dilakukan untuk mengetahui aktivitas mikroorganisme dalam proses pengomposan dan kesesuaian kondisi suhu yang diperlukan larva BSF dalam mengurai sampah organik. Hasil pengukuran suhu yang diperoleh selama pengomposan dapat menggambarkan tahapan atau fase pengomposan. Adapun kadar air yang diberikan ke maggot agar mudah dalam mencerna

pakan adalah 60%-90% (Dortmans dkk., 2021). Kandungan air yang terlalu rendah menyebabkan maggot sulit mencerna pakan sehingga memperlambat proses pertumbuhan larva. Kekurangan kadar air mengakibatkan larva akan keluar untuk mencari tempat lain yang lebih lembab. Hal ini menyebabkan proses pengomposan tidak dapat berjalan secara optimal karena maggot akan keluar atau bermigrasi sebelum proses pengomposan selesai. Namun sebaliknya, jika kandungan air terlalu tinggi mengakibatkan kondisi anaerobik pada reaktor. Kondisi ini berdampak terhambatnya akses larva dalam mengkonsumsi pakan dan mengakibatkan presentase reduksi sampah menurun

2. METODE

A. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan gambaran umum dari penelitian yang akan dilakukan, mulai dari timbulnya masalah, penanganan masalah, analisis hingga pembahasan. Kerangka penelitian ini dibuat agar penelitian berjalan sesuai dengan prosedur, maka harus dibuat secara detail, terperinci, dan sistematis.

B. Perhitungan Komposisi Limbah dan Variasi Pengomposan

Tabel 1. 1 Karakteristik Awal Bahan Kompos

Komposisi Bahan	Kandungan Bahan (%)			
	C-Organik	Nitrogen	Rasio C/N	Kadar Air
Sisa makanan	13,89	0,66	21,05	75,79
Eceng gondok	5,7	0,5	11,40	88,00

a) Perhitungan kandungan C-Organik dan nitrogen dalam 1 kg masing-masing bahan yang dibutuhkan.

1. 1 kg sisa makanan

$$\begin{aligned} \text{Kandungan air} &= \text{Massa} \times \text{kadar air} \\ &= 1 \text{ kg} \times 75,79\% \\ &= 0,7579 \text{ kg} \\ \text{Berat kering} &= 1 - \text{kandungan air} \\ &= 1 - 0,7579 \text{ kg} = 0,24 \text{ kg} \\ \text{N} &= \text{Berat kering} \times \text{N\%} \\ &= 0,24 \text{ kg} \times 0,66\% \\ &= 0,0015979 \text{ kg} \\ \text{C} &= \text{rasio C/N} \times \text{N\%} \\ &= 21,05\% \times 0,66\% \\ &= 0,03362 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. 1 kg eceng gondok

$$\begin{aligned} \text{Kandungan air} &= \text{Massa} \times \text{kadar air} \\ &= 1 \text{ kg} \times 88\% \\ &= 0,88 \text{ kg} \\ \text{Berat kering} &= 1 - \text{kandungan air} \\ &= 1 - 0,88 \text{ kg} = 0,12 \text{ kg} \\ \text{N} &= \text{Berat kering} \times \text{N\%} \\ &= 0,12 \text{ kg} \times 0,5\% \\ &= 0,0006 \text{ kg} \\ \text{C} &= \text{rasio C/N} \times \text{N\%} \\ &= 11,40\% \times 0,5\% \\ &= 0,00684 \text{ kg} \end{aligned}$$

b) Perhitungan komposisi bahan

Berikut ini contoh perhitungan komposisi sisa makanan 60% + eceng gondok

$$\begin{aligned} 40\% \text{ Rasio C/N} &= \frac{\text{C (1 kg sisa makanan)} + \text{C (1 kg eceng gondok)}}{\text{N (1 kg makanan)} + \text{N (1 kg eceng gondok)}} \\ 19,1 &= \frac{0,0336277 \text{ kg} + 0,00684 \text{ kg}}{0,0015979 \text{ kg} + 0,0006 \text{ kg}} \\ \text{x} &= 0,67 \text{ kg (eceng gondok)} \\ \% \text{ eceng gondok} &= \frac{\text{eceng gondok}}{\text{total sampah}} \times 100\% = \frac{0,67 \text{ kg}}{1 - 0,67 \text{ kg}} \times 100\% = 40\% \\ \% \text{ sisa makanan} &= 100\% - \% \text{ eceng gondok} = 100\% - 40\% = 60\% \end{aligned}$$

c) Perhitungan bahan kompos

$$\begin{aligned} \text{Analisis C,N,P,K, kadar air dan duplo} &= \text{kebutuhan analisis} \times \text{duplo} \\ &= 500 \text{ gram} \times 2 = 1000 \text{ gram} = 1 \text{ kg} \\ \text{Asumsi safety factor} &= 2 \\ \text{Total akhir kompos} &= \text{Total kompos} \times \text{safety factor} \\ &= 1 \text{ kg} \times 2 = 2 \text{ kg} \\ \text{Penyusutan bahan kompos} &= 80\% \text{ (Diener, 2010)} \\ \text{Kompos akhir} &= 100\% - \text{penyusutan kompos} \\ &= 100\% - 80\% = 20\% = 2 \text{ kg} \\ \text{Bahan yang dibutuhkan} &= \frac{\text{kompos akhir (kg)} \times 100\%}{\text{persen kompos akhir (\%)}} = \frac{2 \text{ kg} \times 100\%}{20\%} = 10 \text{ kg (1 reaktor)} \\ \text{Pemberian pakan pada larva per hari} &= \frac{\text{Bahan yang dibutuhkan (kg)}}{\text{Lama penelitian (hari)}} \\ &= \frac{10 \text{ kg}}{21 \text{ hari}} = 0,47 \text{ kg/hari} \approx 0,5 \text{ kg/hari (dilebihkan)} \\ \text{Frekuensi pemberian pakan 3 hari sekali} &= \text{Pakan 1 hari sekali} \times 3 \\ &= 0,5 \text{ kg/hari} \times 3 \text{ hari} = 1,5 \text{ kg/3hari} \end{aligned}$$

d) Penentuan variasi pengomposan

Tabel 1. 2 Variasi Komposisi Kompos

Feeding Regime	Penambahan MOL	Variasi Komposisi Bahan			
		SM 100%	EG 100%	SM 40% + EG 60%	SM 60% + EG 40%
1 hari	0 ml	A1	A2	A3	A4
3 hari		A5	A6	A7	A8

Keterangan: SM = sisa makanan , EG = eceng gondok

C. Perhitungan Kebutuhan Reaktor

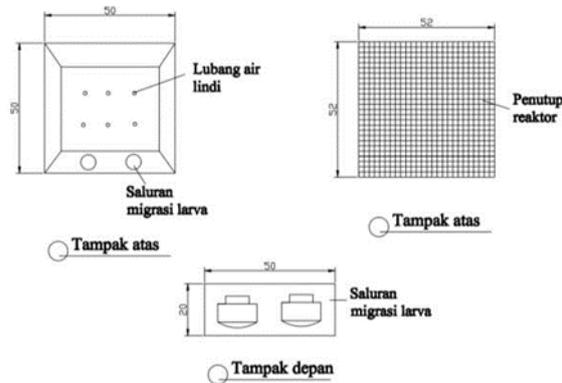
a.) Pengukuran densitas (contoh pada komposisi 100% eceng gondok)

- Massa kotak densitas = 3,935 kg
- Volume wadah densitas = 40.000 cm³ = 0,04 m³
- Massa sampah = 5,36 kg
- Massa sampah + kotak densitas = 9,295 kg
- Tinggi setelah dihentakkan :
 - Percobaan 1 = 73 cm
 - Percobaan 2 = 56 cm
 - Rata-rata = 64,5 cm
- Volume sampah terukur = P x L x T = 20 cm x 20 cm x 64,5 cm = 25.800 cm³ = 0,0258 m³
- Densitas (p) = massa sampah / volume sampah = 5,36 kg / 0,0258 m³ = 207,75 kg/m³

b.) Perhitungan volume reaktor

Volume komposter 100% eceng gondok = Total kompos / densitas = 10 kg / 207,75 kg/m³ = 48.134 m³

Hasil perhitungan untuk volume variasi lain menunjukkan nilai 15.247 m³ dan 36.958 m³. Menurut Sulistiyo (2022) volume kebutuhan reaktor harus lebih besar dari volume perhitungan, sehingga padapenelitian ini menggunakan reaktor dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 20 cm dengan volume 50.000 cm³. Terkait bentuk esain reaktor dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Reaktor

D. Perhitungan Kebutuhan Larva

Agar proses dekomposisi sampah berjalan dengan optimal, maka jumlah larva yang dibutuhkan harus sesuai dengan massa sampah yang digunakan. Berikut ini merupakan perhitungan kebutuhan larva setiap reaktor, yang mengacu pada penelitian Dortmans (2017), sebagai berikut:

a.) Menghitung jumlah larva dalam reaktor

Diketahui : Jumlah larva 5 DOL (L_{sampel}) = 962
 Total berat larva 5 DOL (M_{total}) = 1,62 gram
 Berat sampel (M_{sampel}) = 2 gram

Rumus : $L_{total} = M_{total} \times \frac{L_{sampel}}{M_{sampel}} = 1,62 \text{ gram} \times \frac{962}{2 \text{ gram}} = 779,2 \text{ individu}$

b.) Menghitung berat larva setiap reaktor

Diketahui : M_{lavero} = massa larva per reaktor
 Jumla larva yang dibutuhkan per reaktor (L_{lavero}) = 800 gram x 2 = 1,6 kg
 (Dalam 1 kg sampah basah membutuhkan 600-800 larva)
 Total berat larva 5 DOL (M_{total}) = 1,62 gram
 Total larva dalam 1 kotak (L_{total}) = 779,2 individu

$M_{lavero} = L_{lavero} \times \frac{M_{total}}{L_{total}} = 1,6 \text{ kg} \times \frac{1,62 \text{ gram}}{779,2 \text{ individu}}$

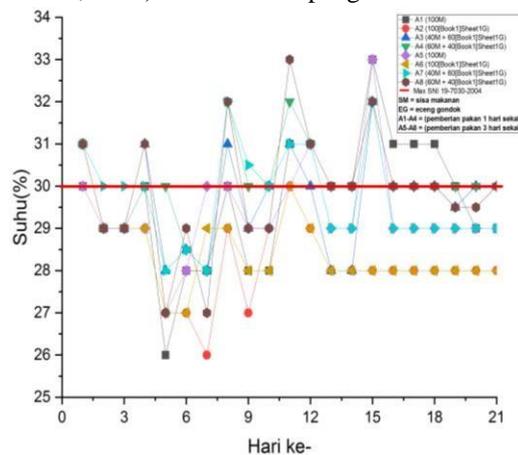
$$= 3,32 \text{ gram} \approx 3,5 \text{ gram}$$

Pada penelitian ini menggunakan dosis larva 3,5 gram untuk setiap reaktor. Jumlah reaktor yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 16 reaktor. Sehingga kebutuhan dosis larva untuk penelitian ini sebanyak 56 gram ($3,5 \text{ gram} \times 16 = 56 \text{ gram}$).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Parameter Suhu

Salah satu parameter untuk mengetahui aktivitas mikroorganisme selama proses pengomposan adalah suhu. Pengukuran suhu selama proses pengomposan mampu menggambarkan fase atau tahapan pengomposan. Selain itu, pengukuran suhu juga bermanfaat untuk mengetahui kesesuaian kondisi suhu yang diperlukan larva selama proses pengomposan berlangsung. Pada penelitian ini suhu kompos berada pada rentang 26°C - 33°C . Nilai tersebut menandakan bahwa proses pengomposan hanya berlangsung pada fase mesofilik, yang berlangsung pada suhu 15°C - 45°C . Fase mesofilik terjadi metabolisme karbohidrat dan gula secara cepat, mengakibatkan ukuran partikel kecil dan luas permukaan bertambah, sehingga proses pengomposan lebih cepat (Sardjono, 2021). Meskipun proses pengomposan hanya berlangsung pada fase mesofilik, hasil pengukuran suhu menunjukkan kondisi yang dibutuhkan larva BSF untuk perkembangannya yaitu 25°C - 36°C (Hamden & Toberlin, 2016). Terkait hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Gambar 2.



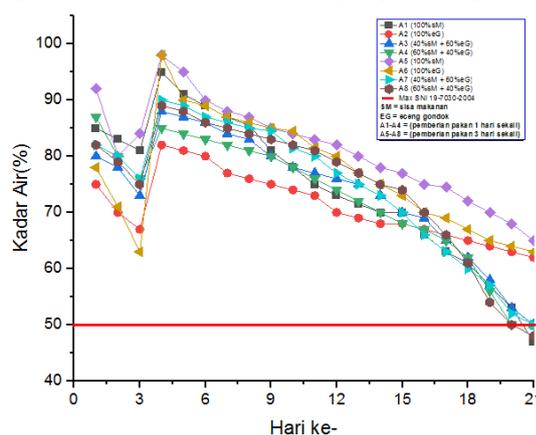
Gambar 2. Hasil Pengukuran Suhu

Hasil pengukuran suhu menunjukkan perubahan yang fluktuatif ditandai terjadinya penurunan dan kenaikan suhu setiap reaktornya. Perubahan tersebut dapat terjadi dikarenakan pemberian pakan secara *continuous flow*, yaitu pemberian pakan segar secara berkala. Pemberian pakan pada penelitian ini dilakukan menggunakan variasi *feeding regime* 1 dan 3 hari sekali. Penurunan suhu dapat terjadi dikarenakan dimensi gundukan kompos yang tidak terlalu tinggi. Sejalan dengan hal tersebut, pada penelitian ini dimensi gundukan kompos tidak lebih dari 5 cm. Sehingga hasil panas proses degradasi tidak tertahan dalam bahan, dan terbawa oleh udara (Ismayana dkk., 2014). Pada penelitian ini, rata-rata peningkatan suhu terjadi pada hari ke-4. Peningkatan suhu ini menandakan mulai terjadinya proses dekomposisi pada bahan yang ditandai dengan mulai bertambahnya bobot maggot. Akhir pengomposan, masing-masing suhu pada reaktor berangsur-angsur menurun, hal tersebut menandakan kompos berada pada fase pematangan. Pengukuran suhu menunjukkan hasil yang sesuai dengan SNI 19-7030-2004 yaitu suhu air tanah sekitar 28°C - 30°C .

B. Parameter Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter yang perlu diperhatikan dalam proses pengomposan menggunakan larva BSF. Kondisi kadar air selama proses pengomposan harus disesuaikan dengan kebutuhankadar air yang diperlukan larva yaitu 60-90% (Dortmans dkk., 2021). Kandungan air rendah mengakibatkan larva sulit mencerna pakan dan akan keluar reaktor untuk mencari tempat yang lembab. Hal ini mampu menghambat proses pertumbuhan larva sehingga proses pengomposan tidak dapat berjalan dengan optimal. Selain itu, tingginya kadar air menyebabkan akses larva mengkonsumsi pakan menurun sehingga menyebabkan presentase reduksi sampah menurun (Jatmiko, 2021). Hari ke-2 dan 3 rata-rata kadar air pada setiap reaktor mengalami penurunan, bahkan ada yang mendekati batas minimum kadar air yang dipersyaratkan yaitu 60%. Hal tersebut terjadi pada reaktor pengomposan A2 59%. Oleh karena itu, pada hari ke 4 dilakukan penambahan air pada saat penghalusan bahan, sehingga kadar air kembali tinggi. Hal ini juga dilakukan pada penelitian Hartono dkk.,(2021) yaitu melakukan penambahan sedikit air pada sampah yang telah dicacah untuk meningkatkan kadar air.

Pada hari ke-5 dan seterusnya rata-rata kandungan air mengalami penurunan hingga pada akhir pengomposan terdapat beberapa reaktor yang sudah memenuhi persyaratan sebagai kompos yang sudah matang. Kadar air yang menurun menunjukkan bahwa kompos mulai masuk pada fase pematangan. Selain itu, adanya penurunan kadar air selama pengomposan, juga disebabkan oleh penguapan air menjadi gas akibat aktivitas mikroorganisme (Pitoyo, 2016). Reaktor yang telah memenuhi persyaratan kadar air pada akhir pengomposan adalah A1 47%, A7 50% A8 48%. Kandungan air yang terlalu tinggi berdampak pada kondisi residu hasil pengomposan yang terlalu basah dan lengket, sehingga mempersulit tahapan proses selanjutnya seperti pemisahan dan pengayakan. Oleh karena itu, setelah dilakukan pemanenan perlu dilakukan penjemuran agar kandungan air berkurang. Agar residu sampah pada proses pengomposan memiliki kadar air yang sesuai dengan kriteria kompos, maka perlu dilakukan pengeringan lanjutan (Hartono dkk., 2021). Terkait hasil pengukuran kadar air selama pengomposan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Kadar Air

4. KESIMPULAN

Hasil pengukuran akhir parameter suhu pengomposan sampah sisa makanan dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) menggunakan bantuan larva telah memenuhi baku mutu SNI 19-7030-2004 pada rentang 28°C-30°C. Sedangkan untuk kadar air reaktor A1, A3, A4, A7, A8, B3, B4, B5, B7, dan B8 telah memenuhi baku mutu (<50%) yaitu 47%, 50%, 50%, 50%, 50%, 48%, 50%, 47%, 46%, 50%, dan 50%.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan syukur oleh penulis disampaikan kepada Allah SWT, dan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak terkait yang selalu memberikan dukungan dan bantuan pada penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Diener, S., Zurbrugg, C., Roa Gutiérrez, F., Nguyen, H. D., Morel, A., Koottatep, T., & Tockner, K. (2011). Black soldier fly larvae for organic waste treatment - prospects and constraints. WasteSafe 2011 2nd International Conference on Solid Waste Management in Developing Countries 1315 February 2011 Khulna Bangladesh, 52(February), 978–984
- Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Christian, Z. (2021). Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF) (Kedua). Eawag.
- Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Zurbrugg, C. (2017). Black Soldier Fly Biowaste Processing. In P. Donahue (Ed.), Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science (Kesatu).
- Harnden, L. M., & Tomberlin, J. K. (2016). Effects of temperature and diet on black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae), development. Forensic Science International, 266, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.05.007>
- Hartono, R., Anggrainy, A. D., & Bagastyo, A. Y. (2021). Pengaruh Komposisi Sampah dan Feeding Rate terhadap Proses Biokonversi Sampah Organik oleh Larva Black Soldier Fly (BSF). Jurnal Teknik Kimiadan Lingkungan, 5(2), 181–193. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.231>
- Ismayana, A., Indrasti, N. S., & Erica, N. (2014). Pengaruh Rasio C / N Awal Dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Blotong dan Abu Ketel. Jurnal Bumi Lestari, 14(1), 39–45.
- Jatmiko Fajar Tri. (2021). Kajian Literatur Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Dalam Pengomposan Sampah Organik. Skripsi University Islam Indonesia, 5–30.
- Pitoyo. (2016). Pengomposan Pelepah Daun Salak dengan Berbagai Macam Aktivator.
- Purnomo, E. A.; Endro S. S. S. (2017). Pengaruh Variasi C/N Rasio terhadap Produksi Kompos dan Kandungan Kalium, Pospat dari Batang Pisang dengan Kombinasi Kotoran Sapi dalam Sistem Vermicomposting. 6(2), 1–2