

PEMANFAATAN LARVA LALAT *BLACK SOLDIER FLY* (*Hermetia illucens*) UNTUK PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADAT DAN PUPUK KOMPOS CAIR

Prisilia Eka Kusumawati, Yusriani Sapta Dewi, Rofiq Sunaryanto
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Satya Negara Indonesia
Email: prisiliaekak@gmail.com

Abstract

Composting is a form of decomposing organic matter with the help of organisms for bioconversion. The composting process requires several requirements to produce good quality compost, namely water content, pH and nutrient availability which is reflected in the C / N ratio. One type of insect larvae that can be used as an element of organism is the Black Soldier Fly (BSF) insect. The effort to recycle organic waste involving Black Soldier Fly (BSF) insect larvae is a new paradigm in the management of organic waste as decomposers or decomposers of organic waste. The result of the conversion of organic waste into solid compost fertilizer has a moisture content value that exceeds quality standards, C-organic value and C / N ratio which is below the quality standard, has a basic pH, and macro nutrients (N + P₂O₅ + K₂O) located in the Permentan quality standard No. 261 / KPTS / SR.30 / M / 4/2019, while for liquid compost fertilizer the value of C-organic and macro nutrients (N + P₂O₅ + K₂O) is in Permentan quality standard No.261 / KPTS / SR.30 / M / 4/2019.

Keywords: BSF fly larvae, solid compost fertilizer, liquid compost fertilizer

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbanyak keempat di dunia setelah Tiongkok, India dan Amerika Serikat. Pada tahun 2030 diproyeksikan bahwa lebih dari 60 persen penduduk Indonesia tinggal di daerah perkotaan. Faktor utama yang mempengaruhi tingginya laju pertumbuhan penduduk perkotaan adalah urbanisasi dan migrasi. Modernisasi diperkotaan juga menjadi salah satu faktornya. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya jumlah timbulan limbah, baik limbah padat, cair maupun gas, cair ataupun gas. Limbah merupakan sisa atau buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia (PP No. 18/1999 Jo PP 85/1999). Menurut karakteristiknya limbah terdiri dari limbah padat, limbah cair, limbah gas/partikel dan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Limbah padat merupakan limbah yang paling banyak terdapat dalam lingkungan dan keseharian, limbah ini dikenal dengan istilah sampah (BPS, 2017).

Permasalahan yang dihadapi dalam pengelolaan sampah di Indonesia diantaranya kurangnya dasar hukum yang tegas, tempat pembuangan sampah yang tidak memadai, kurangnya usaha dalam melakukan pengomposan, dan kurangnya pengelolaan TPA dengan sistem yang tepat (Chaerul *et al*, 2007; Mahyudin, 2017). Hal ini menjadi semakin berat dengan hanya dijalankannya paradigma lama pengelolaan sampah dengan mengandalkan kegiatan pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan (Novayanti, 2018). Permasalahan pengelolaan sampah yang ada di Indonesia dapat dilihat dari beberapa indikator seperti tingginya volume sampah yang dihasilkan, rendahnya tingkat pelayanan pengelolaan sampah, terbatasnya jumlah tempat pembuangan sampah akhir, institusi pengelola sampah dan masalah biaya (Kardono, 2007; Mahyudin, 2017).

Tujuan adanya pengelolaan sampah adalah untuk meminimalisasi timbulan sampah di awal sebelum menuju ke pemrosesan akhir agar lebih efisien (Novayanti, 2018). Oleh karena itu

diperlukan upaya dalam mengelola dan mengolah timbunan sampah, salah satu upayanya dengan pengomposan. Pengomposan merupakan bentuk pemanfaatan kembali dan pemulihan sumber daya dari limbah padat dengan mendekomposisi bahan organik dengan bantuan organisme. Pengomposan merupakan proses dekomposisi bahan biologis padatan organik dalam kondisi aerobik melalui aktivitas mikroba yang berbeda menghasilkan produk yang stabil dan sesuai untuk ditambahkan ke tanah (Insam & de Bertoldi, 2007; Yuwono & Mentari, 2018). Proses pengomposan memerlukan beberapa persyaratan untuk menghasilkan kualitas kompos yang baik, yakni kandungan air, pH dan ketersediaan nutrisi yang tercermin dalam nisbah C/N.

Dalam proses dekomposisi biasanya melibatkan organisme atau mikroorganisme untuk membantu proses penguraian sampah organik. Salah satu organisme yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengurai sampah adalah larva lalat *Black Soldier Fly* sebagai paradigma baru dalam pengelolaan sampah organik yaitu dengan menciptakan siklus nutrisi disamping siklus hara (Fahmi, 2018). Residu dari larva BSF yang digunakan sebagai kompos memiliki tingkat nutrisi untuk digunakan sebagai pupuk dan amandemen tanah (Monita, 2017). Residu yang dihasilkan selain dalam bentuk padat, juga dihasilkan residu cair yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Penelitian ini diharapkan mampu dijadikan solusi untuk mengurangi volume sampah organik dan hasil penguraiannya memiliki nilai dan manfaat untuk tanaman.

2. Landasan Teori

Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*)

Hermetia illucens atau lebih dikenal dengan *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan serangga yang masuk ke dalam ordo *Diptera*, famili *Stratiomyidae*, subfamili *Hermetiinae* (Monita, 2017).

Serangga ini berasal dari daerah tropis, subtropis dan beriklim sedang benua Amerika dan selanjutnya tersebar ke wilayah subtropis dan tropis di dunia (Čičková *et al*, 2015; Wardhana 2016). Lalat BSF (*Hermetia illucens*) merupakan jenis lalat yang berbeda dengan jenis lalat rumah yang umumnya dikenal sifatnya pun berbeda. Bentuk lalat ini menyerupai tawon dan lalat BSF tidak berbahaya terhadap keselamatan dan kesehatan manusia (Sastro, 2016).



Gambar 1 Lalat Tentara Hitam (*Black Soldier Fly*)

Dalam siklus BSF, ditandai dengan telur sebagai permulaan siklus hidup sekaligus berakhirnya tahap hidup sebelumnya. Lalat betina menghasilkan kelompok telur dan meletakkan sekitar 400 hingga 800 telur di dekat bahan organik yang membusuk dan memasukannya ke dalam rongga-rongga yang kecil, kering dan terlindung (Holmes *et al*, 2012). Lalat betina akan mati setelah meletakkan telur-telurnya, telur-telur tersebut diletakkan dekat dengan bahan organik yang membusuk agar saat menetas nanti larva-larva tersebut dapat dengan mudah menemukan sumber makanannya dan terjaga dari ancaman predator serta sinar matahari (Dormans *et al*, 2017). Setelah larva BSF menjadi larva dewasa dan aktif makan, maka siklus selanjutnya adalah prepupa dalam fase prepupa ini keaktifan makannya akan berkurang. Setelah melalui tahap prepupa menjadi pupa dan mengalami pupasi, maka larva akan berubah menjadi imago atau lalat dewasa. Setelah menjadi lalat dewasa maka akan kawin, kemudian bertelur dan mati (untuk lalat betina). Sedangkan lalat jantan akan tetap hidup.



Gambar 2 Siklus Hidup Larva Lalat BSF (a) Telur, (b) Larva, (c) Prapupa, (d) Pupa, (e) Imago.

Dalam siklus hidup lalat BSF terdapat fase larva, dimana larva ini yang dimanfaatkan dalam penguraian sampah organik. Larva BSF memiliki aktivitas selulolitik dengan adanya bakteri pada ususnya. Supriatna dan Ukit, 2016; Supriatna dan Putra, 2017). Keberadaan bakteri dalam usus larva tersebut membantu larva dalam mengkonversi limbah organik dalam ususnya (Supriatna dan Putra, 2017). Menurut Yu *et al* (2011) dalam Ricardi (2017) larva BSF memiliki beragam bakteri simbiosis termasuk *Bacillus sp*, bakteri ini diketahui bermanfaat sebagai agen pengendali patogen tanaman. Selain itu bakteri ini juga dapat bermanfaat sebagai rizobakter pemacu pertumbuhan tanaman (Sivasakthi *et al*, 2014; Ricardi, 2017).

Larva BSF juga dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen seperti *E.coli* dan *Salmonella sp* dan beberapa mikroba patogen tanaman. Pada fase instar terakhir, larva akan melepaskan beberapa senyawa anti bakteri di dalam biomassa kompos. Hal tersebut menyebabkan kompos hasil penguraian menjadi lebih bersih dan terbebas dari mikroba berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan manusia, ternak dan tanaman (BPTP, 2016).



Gambar 3 Morfologi Larva dan Pupa BSF (McShaffrey, 2013; Fauzi dan Sari 2018).

Kelebihan penggunaan maggot sebagai pakan alternatif ikan dan ternak yakni mereduksi jumlah sampah organik, dapat hidup dalam rentang pH yang cukup luas, tidak berperan sebagai agen penyakit, kandungan proteinnya cukup tinggi (40-50%), massa hidup cukup lama (\pm 4 minggu), dan proses produksinya tidak memerlukan teknologi tinggi, sehingga sangat cocok diterapkan didaerah sentra perikanan untuk menekan biaya produksi (Fahmi, 2018).

Dekomposisi Sampah Organik

Dekomposisi merupakan proses penguraian yang dilakukan dengan bantuan sejumlah mikroorganisme atau organisme pengurai untuk mempercepat waktu pengomposan. Dekomposer yang digunakan bermacam-macam yakni terdiri dari mikroorganisme pengurai, cacing, jamur ataupun larva serangga. Di dalam suatu proses pengomposan dekomposer mempengaruhi kecepatan proses dekomposisi dan kualitas kompos, karena dekomposer merupakan aktivator di dalam suatu proses pengomposan bahan organik kompleks agar menjadi bahan organik yang lebih sederhana sehingga akan menghasilkan mineral-mineral yang dibutuhkan oleh tanaman atau organisme lainnya (Palupi, 2015).

Pupuk kompos padat merupakan produk hasil penguraian dalam bentuk berupa padatan. Penggunaan kompos sebagai bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mempertahankan dan menambah kesuburan tanah pertanian. Karakteristik umum dimiliki kompos antara lain mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah bervariasi tergantung bahan asal, menyediakan unsur hara secara lambat (*slow release*) dan dalam jumlah terbatas, serta mempunyai fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah. Fungsi kompos dalam memperbaiki kualitas kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah (Setyorini *et al*; diakses pada 01/06/2019, 20:37).

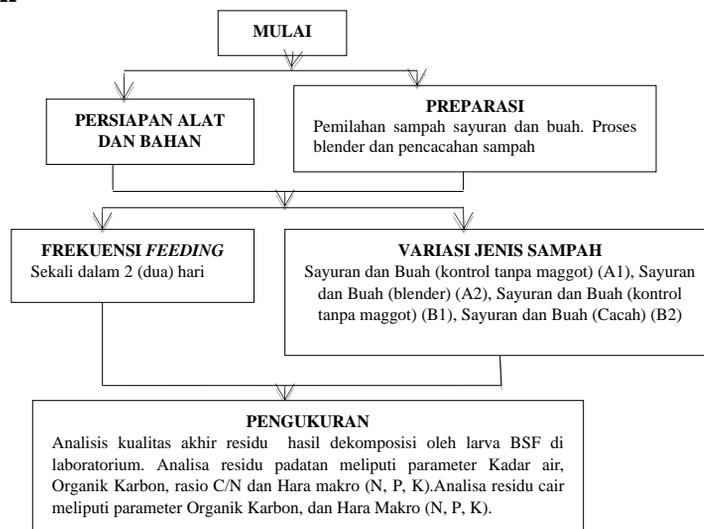
Pupuk kompos cair merupakan produk hasil penguraian dalam bentuk berupa cairan. Kelebihan dari pupuk ini yakni dapat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat (Hadisuwito, 2017; Sinaga, 2009). Pupuk kompos cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun penggunaannya sering dilakukan. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat sehingga pupuk ini bisa digunakan tanaman secara langsung (Thoyib, 2016; Hati, 2018). Persyaratan kematangan kompos menurut Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 yakni terbagi menjadi standar kualitas pupuk organik padat dan pupuk organik cair.

3. Metode Penelitian

Waktu dan tempat penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Mei 2019 hingga Juli 2019 di Unit Pengelolaan Sampah (UPS) Merdeka 2 Kota Depok yang beralamat di Jl. H. Japat II, Kecamatan Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Jasa Pengujian Kalibrasi dan Sertifikasi yang beralamat di Kampus IPB Wing Kimia. Jl. Prof. Dr. Andi Hakim Nasution, Baranangsiang, Tegal lega, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat.

Desain Penelitian



Gambar 4 Desain Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Pemanfaatan Larva Lalat BSF (*Hermetia illucens*)

Larva lalat BSF diketahui memiliki kemampuan dalam mengurai sejumlah jenis bahan organik, salah satunya yakni sampah sayuran dan buah-buahan. Biasanya sampah-sampah sayuran dan buah-buahan dibuang secara *open dumping* dan tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut. Namun hal ini tidak dapat dibiarkan begitu saja karena akan menyebabkan gangguan terhadap lingkungan, kesehatan dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Sampah organik dapat dimanfaatkan menjadi produk yang lebih bermanfaat diantaranya seperti pupuk kompos padat maupun cair. Pemanfaatan sampah organik ini dapat dilakukan dengan bantuan larva lalat BSF.

Sampah organik dapat diurai oleh larva BSF dan dijadikan sumber makanannya untuk mendukung siklus hidupnya hingga mencapai fase imago selain dijadikan sumber makanan oleh larva, residu yang dihasilkan juga dapat dijadikan produk yang bermanfaat. Di unit

pengolahan sampah (UPS) Merdeka Depok sebagian larva lalat BSF dibudidayakan untuk pengolahan sampah organik di kota Depok, dan sebagian lagi dimanfaatkan untuk pakan ikan lele, dan ayam yang berada di area unit pengolahan sampah (UPS). Selain itu, lalat BSF bukan jenis lalat pembawa penyakit, lalat BSF tidak dijumpai pada pemukiman yang padat penduduk sehingga relatif aman jika dilihat dari segi kesehatan manusia. Pada saat terdapat biomassa sampah organik biasanya akan menimbulkan bau busuk dan akan mengundang lalat rumah yang biasa berkembang biak di dalam sampah organik tersebut. Namun pada saat percobaan berlangsung, saat wadah berisi biomassa sampah organik dan larva lalat BSF wadah tersebut tidak dihinggap oleh lalat rumah biasa, hal ini terbukti berdasarkan apa yang dijelaskan di buku panduan ringkas BPTP (2016) bahwa keberadaan larva lalat BSF dapat menekan keberadaan lalat rumah yang biasa berkembang biak di dalam biomassa sampah organik. Dapat dilihat pada Gambar 5 pada saat proses penguraian sampah organik dengan larva lalat BSF berlangsung tidak ada lalat rumah yang hinggap pada wadah biomassa sampah organik. Namun jika larva lalat BSF tidak berada di wadah tersebut dan wadah dibiarkan terbuka maka akan dihinggap oleh lalat rumah biasa dan akan bertelur di dalam residu tersebut.



Gambar 5 Proses Penguraian oleh Larva BSF

Berdasarkan hasil percobaan pupuk kompos padat hasil dari konversi oleh larva lalat BSF dapat dilihat karakterisasinya pada Tabel 6. Pupuk kompos padat hasil percobaan untuk kontrol dan perlakuan larva lalat BSF hasil dari percobaan yang telah dilakukan sebelumnya dapat dikategorikan sebagai pupuk kompos matang sebagian, karena waktu pemanenan kompos yang dilakukan terlalu dini sehingga proses pematangan kompos di dalamnya masih berlangsung.

Tabel 1 Karakteristik fisik pupuk kompos padat

No.	Nama Sampel	Tekstur	Warna	Bau
1.	Kontrol Blender (A1)	Lembut, masih sedikit terlihat bentuk aslinya	Kehitaman	Sedikit menyerupai bau tanah
2.	Kontrol Cacah (B1)	Kasar, masih nampak bentuk aslinya	Cokelat kehitaman	Sedikit menyerupai bau tanah
3.	Blender (A2)	Lembut, menyerupai tanah	Kehitaman	Bau khas kotoran larva dan menyerupai bau tanah
4.	Cacah (B2)	Lembut, masih sedikit nampak bentuk aslinya	Kehitaman	Bau khas kotoran larva dan menyerupai bau tanah

Selain itu, dalam percobaan ini selama proses penguraian berlangsung dihasilkan pula drainase yang nantinya juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos cair. Pada percobaan ini terbukti berdasarkan apa yang dijelaskan di buku panduan ringkas BPTP (2016) bahwa dalam teknik pengomposan menggunakan larva lalat BSF dihasilkan drainase.

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, bak sampah organik sayuran dan buah-buahan yang berisi larva lalat BSF mampu menghasilkan drainase hingga ± 1.5 L dari 2 Kg sampah sayuran dan buah-buahan. Drainase ini dihasilkan setelah waktu penguraian berjalan satu minggu, kemudian setelah lima hari berselang drainase kembali dihasilkan. Drainase ini dipisahkan dari larva dan residu padatan yang dimanfaatkan sebagai pupuk kompos padat, pemisahan ini dilakukan dengan cara disaring larva lalat BSF dan residu menggunakan kain kasa, kemudian drainase di tampung ke dalam wadah lain dan dipindahkan ke dalam botol dan masing-masing diberi label sesuai dengan waktu drainase tersebut dihasilkan. Komposisi drainase ini terdiri dari campuran antara limbah hasil metabolisme larva dan air lindi dari hasil dekomposisi sampah organik. Berdasarkan percobaan didapatkan pupuk kompos cair yang berasal dari drainase hasil konversi sampah organik oleh larva BSF yang memiliki warna cairan hijau kehitaman yang sangat pekat, berbau menyengat, dan mengandung gas karbondioksida.

Analisis Kandungan Hara Pupuk Kompos Padat dan Cair

Penetapan standar mutu dalam suatu produk mutlak diperlukan untuk meningkatkan kualitas, salah satunya kompos yang merupakan produk hasil penguraian bahan organik. Dalam menetapkan kualitas kompos diperlukan standar baku mutu yang dapat menjamin kualitas kompos yang mengacu pada Permentan No.261/KPTS/SR.30/M/4/2019 tentang persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah. Karakteristik kimia kompos hasil pemanfaatan larva lalat BSF disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Hasil Pengujian Pupuk Kompos Padat

		Parameter				
No.	Nama sampel	C-Organik (% w/w)	Rasio C/N	Kadar Air (%) w/w	pH	Hara
						Makro N + P ₂ O ₅ + K ₂ O (%)
		Standar Mutu				
		min 15	≤ 25	8-20	4-9	min 2
1.	A1	3,55	5,34	32,14	10,2	5,79
2.	B1	5,15	1,61	24,45	10,2	8,28
3.	A2	5,83	3,22	49,12	9,7	5,5
4.	B2	5,01	3,28	49,03	9,8	6,11

Tabel 4 Hasil Pengujian Pupuk Kompos Cair

No.	Nama sampel	Parameter	
		C-organik (%w/v)	Hara makro N + P ₂ O ₅ + K ₂ O
		Standar Mutu	
		min 10	2-6
1.	B2 (20/5/19)	1,34	0,61
2.	A2 (22/5/19)	1,18	0,77
3.	B2 (25/5/19)	1,41	1,03
4.	A2 (27/5/19)	1,46	0,92
5.	B2 (28/5/19)	2,15	0,92

- **Rasio C/N**

Dalam Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019 standar mutu nilai C/N rasio yakni sebesar ≤ 25 . Nilai C/N rasio yang baik akan mendekati nilai C/N rasio pada tanah yaitu sebesar 12. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan nilai C/N rasio yang didapatkan memiliki hasil yang sangat rendah, sebenarnya hasil ini masuk ke dalam standar mutu Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019 yakni ≤ 25 , namun hasil ini ternyata dibawah nilai C/N rasio tanah sehingga belum memenuhi syarat standar mutu yang telah ditetapkan oleh Permentan. Nilai C/N rasio masing-masing sampel percobaan menghasilkan nilai yang rendah karena bahan baku terlalu basah, kandungan air didalam bahan baku terlalu tinggi, dan menurut Sutanto (2002) dalam Setyorini *et al* (2006) apabila bahan baku pembuatan kompos terlalu basah kandungan maka akan menyebabkan kandungan nitrogen didalamnya memiliki nilai yang rendah.

Selama proses pengeringan sampel pupuk kompos padat tidak dilakukan pembolak balikan atau pengadukan pada sampel secara merata dan baik, sehingga diduga hasil nilai C/N rasio yang rendah salah satu faktor penyebabnya karena hal tersebut. Dan menurut Dalzell *et al* (1987) dalam Wulandari (2012) menyatakan bahwa apabila nilai C/N rasio yang dihasilkan terlalu rendah maka akan mengakibatkan nilai N yang merupakan komponen penting dari pupuk akan dibebaskan sebagai ammonia.

- **Kadar Air**

Dekomposisi bahan organik sangat bergantung pada kelembaban dan oksigen yang diperoleh dari rongga udara yang terdapat di antara partikel bahan yang dikomposkan. Kadar air dengan rentang 60-70% akan membuat aktivitas mikroba menjadi maksimum (Liang *et al*, 2003; Zahra dan Damanhuri, 2011).

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan nilai kadar air yang melebihi standar mutu yang telah ditetapkan oleh Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Kadar air yang melebihi standar mutu ini terjadi karena bahan organik yang digunakan untuk kompos adalah limbah sayuran dan buah-buahan yang kandungan airnya banyak. Selain itu proses pengomposan yang dilakukan selama percobaan berlangsung sangat singkat, dan pemanenan kompos yang sangat dini menyebabkan kompos yang dihasilkan belum matang karena masih terjadi proses pengomposan di dalamnya.

Kadar air yang dihasilkan antara kontrol dengan perlakuan larva lalat BSF cukup terlihat perbedaannya, hasil kadar air yang diberi perlakuan larva lalat BSF lebih besar

dibandingkan dengan kontrol atau yang tidak diberi perlakuan. Kadar air hasil dekomposisi larva lalat BSF memiliki hasil yang lebih besar, karena dalam proses dekomposisi selain jenis bahan organik yang diurainya mengandung banyak air, larva lalat BSF juga bermetabolisme dan mengeluarkan hasil ekskresinya berupa residu cair dan padatan yang lebih lembab kondisinya. Residu-residu ini lah yang nantinya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos padat dan cair. Menurut Tchobanoglous *et al* (1993) dalam Sipayung (2015) tipikal kandungan air pada sampah makanan adalah 70% dan sampah kebun 60%. Namun pada umumnya kadar air sampah akan berbeda tiap musimnya, tergantung pada kondisi cuaca dan iklim, curah hujan dan kelembaban udara.

- **C-Organik**

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, nilai C-organik yang didapatkan sangat rendah, kurang dari batasan minimum yang ditetapkan dalam Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019. Kadar C-organik di dalam suatu bahan organik akan mempengaruhi nilai C/N rasio. Nilai C-organik bahan organik pada proses pengomposan akan menurun seiring pemakaian karbon untuk metabolisme mikroorganisme. Hasil percobaan pada pupuk kompos padat dan pupuk kompos cair nilai C-organik yang dihasilkan sangat rendah.

Pupuk kompos padat kontrol blender dapat dilihat pada Gambar 6 hasil pemanenan didapatkan hasil pupuk kompos padat yang sangat basah, serta menghasilkan bau busuk menyengat pada awalnya. Namun setelah beberapa hari diangin-anginkan dan mengering pupuk kompos padat kontrol blender tidak lagi menghasilkan bau yang menyengat, bau yang ditimbulkan lama-kelamaan mirip seperti bau khas tanah. Untuk pupuk kompos padat dengan perlakuan larva BSF baik di blender ataupun di cacah memiliki nilai C-organik yang tidak berbeda signifikan. Hasil dari masing-masing percobaan memiliki nilai yang tidak masuk ke dalam batasan standar mutu minimum kadar C-organik, disebabkan karena bahan organik yang diurai adalah sampah sayuran dan buah-buahan yang mengandung banyak air. Penggilingan maupun pencacahan dilakukan hanya untuk mempercepat proses penguraian sampah organik oleh larva lalat BSF serta untuk mendapatkan pupuk kompos padat yang halus.



Gambar 6 Pupuk kompos padat kontrol blender (A1)

Selain pupuk kompos padat, dihasilkan pula pupuk kompos cair yang berasal dari air lindi hasil penguraian bahan organik serta adanya campuran hasil metabolisme larva lalat BSF. Residu cair ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos cair. Nilai C-organik yang dihasilkan dari pupuk kompos cair berdasarkan hasil percobaan meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi, Walaupun nilai C-organik hasil percobaan meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi namun pada pupuk kompos cair hasil percobaan, nilai yang dihasilkan dari masing-masing sampel percobaan belum memenuhi standar mutu Permentan No.261/KPTS/SR.30/M/4/2019, karena hasil yang didapatkan dari percobaan memiliki nilai yang sangat rendah yakni kurang dari batasan minimum yang telah diatur oleh Permentan.

Berdasarkan keputusan Permentan No.261/KPTS/SR.30/M/4/2019 standar mutu yang ditetapkan untuk parameter C-organik minimum adalah 10. Hal ini disebabkan karena waktu

pemanenan kompos cair sangat sebentar maka diperlukan waktu pendiaman atau fermentasi lebih lama agar nilai C-organik dapat meningkat dan sesuai dengan standar mutu Permentan.

- **Hara Makro**

Hara makro terdiri dari unsur nitrogen, fosfor dan kalium yang merupakan unsur-unsur penting bagi tanaman dan tanah. Nitrogen merupakan salah satu bagian dari hara makro, yakni unsur penting yang dijadikan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Unsur nitrogen diperlukan tanaman sebagai unsur penyusun protein pembentuk jaringan dalam makhluk hidup dan di dalam tanah unsur nitrogen sangat menentukan pertumbuhan tanaman (Sutanto, 2002; Ceseria *et al*, diakses pada 12/7/2019; 18:14). Tanaman apabila kekurangan unsur nitrogen maka tanaman akan menjadi kerdil, pertumbuhan terhambat dan daun menjadi warna kuning pucat (Bachtiar, 2006; Baroroh *et al*, 2015).

Fosfor merupakan salah satu hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman setelah nitrogen. Unsur ini sangat dibutuhkan oleh tanaman karena unsur ini merupakan bagian penting dari nukleoprotein inti sel yang mengendalikan pembelahan dan pertumbuhan sel, demikian pula untuk DNA yang membawa sifat-sifat keturunan organisme hidup. Senyawa ini juga memiliki peranan dalam pembelahan sel, merangsang pertumbuhan awal pada akar, pemasakan buah, transport energi dalam sel, pembentukan buah dan produksi biji (Yulipriyanto, 2010; Cesaria *et al* diakses pada 12/7/2019; 18:14).

Kalium penting untuk pertumbuhan tanaman karena kalium merupakan aktivator enzim (Uchida, 2000; Baroroh, 2015). Tanaman yang kekurangan unsur K akan mengalami gejala kekeringan pada ujung daun, terutama daun tua. Ujung yang kering akan semakin menjalar hingga ke pangkal daun. Dan kadang akan terlihat seperti tanaman yang kekurangan air.

Menurut Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019 standar mutu hara makro minimum 2 untuk pupuk kompos padat dan 2-6 untuk pupuk kompos cair. Parameter unsur-unsur hara menurut Permentan tidak diatur satu persatu unsur melainkan menjadi satu kesatuan hara makro yang meliputi nilai $N+P_2O_5+K_2O$. Berdasarkan hasil percobaan nilai hara makro yang dihasilkan dari pengujian pupuk kompos padat untuk masing-masing sampel percobaan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan oleh Permentan No.261/KPTS/SR.30/M/4/2019. Untuk melihat nilai parameter hara makro memenuhi standar mutu Permentan atau tidak maka dapat dilihat dari hasil penjumlahan nilai nitrogen, fosfor dan kalium pada masing-masing sampel percobaan pupuk kompos padat.

Sedangkan pada pupuk kompos cair hasil pengujian dari masing-masing sampel percobaan belum menunjukkan nilai yang memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan oleh Permentan, nilai yang dihasilkan berada dibawah standar mutu yang telah ditetapkan. Hal yang menyebabkan nilai hara makro pada sampel-sampel percobaan pupuk kompos cair rendah karena proses pengomposan masih berlangsung dan pemanenan pupuk kompos padat dan cair yang terlalu awal. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan nilai nitrogen, fosfor dan kalium dipengaruhi kondisi pH, selain itu lama waktu pengomposan serta pengadukan juga menjadi faktor yang mempengaruhi kematangan kompos dan mempengaruhi reaksi yang terjadi di dalamnya selama proses pengomposan berlangsung.

- **pH (Derajat Keasaman)**

pH menurut Campbell dan Reece (2008) dalam Ceseria *et al* merupakan faktor penting dalam ketersediaan mineral yang dibutuhkan oleh tanaman. Salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme di dalam media penguraian adalah pH. pH optimum yang digunakan untuk proses penguraian bahan organik menurut penelitian Maradhy (2009) dalam Baroroh *et al* (2015) berkisar antara 6.5-7.5. Selama tahap awal proses dekomposisi akan terbentuk asam-asam organik.

Pengujian pH dilakukan pada sampel pupuk kompos padat, berdasarkan hasil percobaan pH yang didapatkan baik pada kontrol ataupun dengan perlakuan larva lalat BSF memiliki nilai yang berada di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Permentan. Keadaan ini diduga menjadi salah satu yang menyebabkan nilai kadar nitrogen dalam percobaan menurun. Jika kondisi pH terlalu tinggi atau terlalu basah maka konsumsi oksigen akan naik dan akan memberikan hasil yang buruk bagi lingkungan, juga akan menyebabkan unsur nitrogen dalam bahan kompos berubah menjadi amonia (NH_3), sebaliknya jika kondisi pH terlalu asam maka akan menyebabkan mikroorganisme mati (Monita, 2017). Maka dari itu pada saat proses pengomposan berlangsung dibutuhkan pH yang optimal agar mikroorganisme yang membantu proses pembentukan unsur-unsur nutrisi dapat bekerja dengan baik, sehingga akan dihasilkan kadar yang memenuhi standar mutu Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Larva lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) mampu mendegradasi sampah organik selama 4 minggu.
2. Kualitas pupuk kompos padat hasil konversi sampah organik oleh larva lalat BSF memenuhi standar mutu yang ditetapkan oleh Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019 untuk parameter Hara Makro ($\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$).
3. Kualitas pupuk kompos padat hasil konversi sampah organik oleh larva lalat BSF untuk parameter C-organik, Rasio C/N, Kadar Air dan pH belum memenuhi standar mutu Permentan No.261/KPTS/SR.30/M/4/2019.

Kualitas pupuk kompos cair hasil konversi sampah organik oleh larva lalat BSF untuk parameter C-organik dan Hara Makro ($\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$) belum memenuhi standar mutu Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019.

Saran

1. Perlu diperhatikan suhu dan pH selama proses pengomposan berlangsung.
2. Perlu diperhatikan pembolak-balikan dan pengadukan kompos agar kompos matang secara merata.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pupuk kompos hasil konversi agar kualitas pupuk kompos padat dan pupuk kompos cair meningkat dan memenuhi standar mutu Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019 sehingga dapat diaplikasikan secara langsung ke tanaman.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bakteri selulolitik yang bersimbiosis dengan larva lalat BSF dalam mengolah sampah organik.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Statistika Lingkungan Hidup Indonesia 2017. [Publikasi Statistik]. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik/ BPS Statistics Indonesia.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). 2016. Teknologi Pengomposan Limbah Organik Kota Menggunakan Black Soldier Fly. Jakarta (ID): Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.
- Baroroh A, Setyono P, Setyaningsih R. 2015. Analisis kandungan unsur hara makro dalam kompos dari serasah daun bambu dan limbah padat pabrik gula (blotong). *Bioteknologi*. 12 (2): 46-51. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.
- Ceseria RY, Wirosodarmo R, Suharto B. Pengaruh penggunaan starter terhadap kualitas fermentasi limbah cair tapioka sebagai alternatif pupuk cair. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Malang (ID): Universitas Brawijaya.

- Dormans B, Diener S, Verstappen B, Zurbrugg C. 2017. *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*. Swiss (CH): Eawag Swiss Federal Institute of aquatic Science and Technology.
- Fahmi MR. 2018. *Maggot Pakan Ikan Protein Tinggi dan Biomesin Pengolah Sampah organik*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya. Diakses pada tanggal 01 Juni 2019 pukul 20:37
- Fauzi RUA, Sari ERN. 2018. Analisis usaha budidaya maggot sebagai alternatif pakan lele. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 7(1): 39-46. ISSN 2548 3582. Madiun (ID): Universitas PGRI Madiun.
- Hati S. 2018. Pembuatan pupuk kompos cair dari limbah rumah tangga sebagai penunjang mata kuliah ekologi dan masalah lingkungan. [Skripsi]. Banda Aceh (ID): Universitas Islam Negara Ar-Raniry.
- Holmes FA, Vanleerhoven SL, Tomberlin JK. 2012. Relative Humidity Effects on The Life History of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environmental Entomology*. 41 (4): 971-978.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2019. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah. Jakarta (ID).
- Mahyudin RP. 2017. Kajian permasalahan pengelolaan sampah dan dampak lingkungan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*. 3 (1): 66-74. Kalimantan Selatan (ID): Universitas Lambung Mangkurat
- Mentari PD. 2018. Karakteristik dekomposisi sampah organik pasar tradisional menggunakan larva *Black Soldier Fly (Hermetia illucens L.)*. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Monita L. 2017. Biokonersi sampah organik menggunakan larva *Black Soldier Fly (Hemeticia illucens)* dan EM4 dalam rangka menunjang pengelolaan sampah berkelanjutan. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Novayanti H. 2018. Pengelolaan bank sampah di Kota Administrasi Jakarta Barat Tahun 2018. [Skripsi]. Jakarta (ID): Universitas Satya Negara Indonesia.
- Palupi NP. 2015. Karakter kimia kompos dengan dekomposer mikroorganisme lokal asal limbah sayuran. *ZIRAA'AH*. 40 (1): 54-60. ISSN Elektronik 2355-3545. Samarinda (ID): Universitas Mulawarman Samarinda.
- Ricardi DEP. 2017. Pengaruh penggunaan bahan cair larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) pada pertumbuhan tanaman cabai. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sastro Y. 2016. *Teknologi Limbah Organik Kota Menggunakan Black Soldier Fly*. Jakarta (ID): Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP).
- Setyorini D, Saraswati R dan Anwar EK. 2006. Kompos. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Diakses pada tanggal 01 Juni 2019 pukul 20:37.
- Sinaga D. 2009. Pembuatan pupuk cair dari sampah organik dengan menggunakan boisca sebagai starter. [Skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Sipayung PYE. 2015. Pemanfaatan larva *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* sebagai salah satu teknologi reduksi sampah di daerah perkotaan. [Tugas Akhir]. Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Supriatna A dan Putra RE. 2017. Estimasi pertumbuhan larva lalat *Black Soldier Fly (Hemeticia illucens)* dan penggunaan pakan jerami padi yang difermentasi dengan jamur *P. Chrysosporium*. *Jurnal Biodjati*. 2 (2): 159-166. Bandung (ID): Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.
- Wardhana AH. 2016. *Black Soldier Fly (Hemeticia illucens)* sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak. *WARTAZOA*. 26 (2): 69-78. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian Veteriner.

- Wulandari KP. 2012. Kualitas pupuk cair keluaran biogas dari pome menggunakan *sludge* biogas campuran kotoran sapi potong dan pome sebagai aktivator. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yuwono AS, Mentari PD. 2018. Penggunaan larva (*maggot*) *Black Soldier Fly* (BSF) dalam pengolahan limbah organik. Bogor (ID): SEAMEO BIOTROP.
- Zahra F, Damanhuri TP. 2011. Kajian komposisi, karakteristik dan potensi daur ulang sampah di TPA Cipayung, Depok. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 17(1): 59-69. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung.