

Analisis Kualitas Kompos Jeroan Ikan dan Kotoran Kambing 70:30 dengan Penambahan MoL Tomat Menggunakan Metode Larva *Composting*

Ela Tiara Nahesti¹, Mirna Apriani^{1*}, dan Ayu Nindyapuspa¹

¹Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

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

Abstrak

Kesadaran masyarakat yang meningkat akan manfaat konsumsi produk perikanan bagi kesehatan berbanding lurus dengan meningkatnya konsumsi ikan secara global. Aktivitas pengolahan ikan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan konsumsi sehingga berakibat pada semakin bertambahnya produksi limbah ikan. Kotoran kambing yang dibuang begitu saja tanpa pengolahan lebih lanjut sehingga menimbulkan bau yang kurang sedap. Hal ini akan berdampak negatif apabila tidak dilakukan pengolahan sampah dengan baik. Salah satu upaya mengatasi hal tersebut dengan melakukan upaya daur ulang dengan proses pengomposan. Pengomposan menggunakan metode larva komposting menggunakan larva *Black Soldier Fly* selama lima belas hari. Penelitian menggunakan penambahan mikroorganisme lokal (MoL) dari limbah tomat. Konsentrasi yang digunakan yaitu 30 mL dan variasi komposisi bahan yaitu 70% jeroan ikan + 30% kotoran kambing. Parameter yang diamati yaitu fisik meliputi suhu, kadar air, bau, tekstur, dan warna. Hasil dari kompos pada parameter fisik kadar air 50%, suhu sebesar 30°C, bau seperti tanah, tekstur remah tanah dan warna coklat kehitaman. Parameter kimia seperti C-Organik sebesar 17,34, N-Total sebesar 1,27 dan rasio C/N sebesar 13,65 dan memenuhi baku mutu kompos.

Keywords: *Black Soldier Fly Larvae*, Limbah Jeroan Ikan, Kotoran Kambing, Kompos

1. PENDAHULUAN

Aktivitas pengolahan ikan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan konsumsi, sehingga berakibat pada semakin bertambahnya produksi limbah ikan. Sektor perikanan menghasilkan sekitar 25-30% limbah, yakni sekitar 3,6 juta ton pertahun (Apu, 2017). Hasil limbah perikanan yang dibuang biasanya berupa sisik, tulang, sirip, darah, air sisa produksi dan jeroan ikan. Jeroan ikan yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga jika tidak dimanfaatkan akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan uji karakteristik awal limbah jeroan ikan memiliki kadar air 80,15%, C-Organik sebesar 11,08%, N-Total sebesar 4,30%, dan Rasio C/N sebesar 2,57.

Limbah ikan dapat dimanfaatkan menjadi menjadi kompos, karena mengandung banyak nutrient yang merupakan komponen penyusun pupuk organik. Namun, karena rasio C/N belum mencukupi persyaratan maka perlu ada tambahan bahan kompos lainnya, salah satunya kotoran kambing. Berdasarkan jumlah feses yang dihasilkan serta tingginya rasio C/N kotoran kambing, pengomposan merupakan salah satu alternatif untuk menurunkan C/N rasio mendekati C/N rasio tanah sehingga aman untuk digunakan sebagai pupuk serta menambah nilai ekonomis dari kotoran ternak kambing yang bernilai ekonomis rendah (Sitompul dkk., 2017). Sistem kompos konvensional memakan waktu yang lama yakni lebih dari 15 hari (Ayumi dkk., 2017). Terdapat proses komposting menggunakan larva *black soldier fly* mampu mengurai limbah organik selama 15 hari. Larva BSF dapat mereduksi volume sampah hingga 55% dari berat sampah yang dikomposkan (Yuwono&Mentari, 2018).

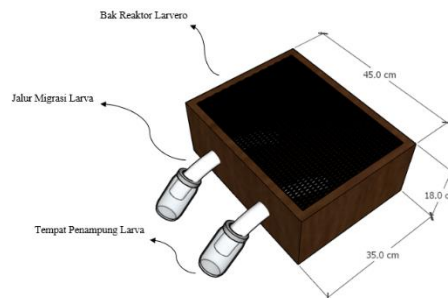
Penggunaan bioaktivator dalam proses pengomposan berfungsi untuk mempercepat degradasi bahan organik, sehingga diharapkan mempercepat waktu terbentuknya kompos dengan kriteria yang diinginkan (Widiyaningrum 2016). Mikroorganisme Lokal (MoL) merupakan mikroorganisme yang terbuat dari bahan-bahan alami sebagai media berkembangnya mikroorganisme yang berfungsi untuk starter dalam pembuatan pupuk organik (Ekawandani&Halimah, 2021). Limbah tomat merupakan limbah organik yang dapat digunakan sebagai media biakan (inokulan) yang mampu mendegradasi bahan-bahan organik (Aini dkk., 2022).

Berdasarkan penelitian terdahulu, maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai larva *composting* limbah jeroan ikan dan kotoran kambing dengan penambahan mol tomat. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis kualitas kompos dari limbah jeroan ikan dan kotoran kambing dengan penambahan MoL tomat sesuai SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Parameter kualitas kompos yang dianalisis yaitu parameter fisik (suhu, kadar air, bau, warna, dan tekstur) dan parameter kimia (C-Organik, N-Total, dan rasio C/N).

2. METODE

2.1 Desain Reaktor

Berdasarkan perhitungan densitas sampah dan volume komposter sebesar 28.350 cm³ didapatkan dimensi reaktor larvero sebesar (45 x 35 x 18) cm. Reaktor larva *composting* terbuat dari bahan kayu dan diberi penutup berupa kasa nyamuk serta terdapat jalur migrasi larva yang dihubungkan ke tempat penampung larva. Desain reaktor dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Desain Reaktor Larvero

Bahan kompos yang digunakan adalah jeroan ikan dan kotoran kambing yang dihaluskan berbentuk *slurry*. MoL tomat ditambahkan sebanyak 30 mL untuk mempercepat proses pengomposan. Pemberian umpan pada Larva BSF dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari pengomposan. Monitoring dilakukan setiap hari untuk mengamati perkembangan larva BSF dan perubahan kompos yang dihasilkan.

2.2 Perhitungan Komposisi Sampah

Penentuan rasio komposisi jeroan ikan dan kotoran kambing dilakukan berdasarkan perhitungan rasio C/N awal bahan kompos. Bahan kompos dianalisis di Laboratorium Baristand Surabaya. Menurut Arthawidya dkk., (2017) perhitungan komposisi bahan reaktor dapat dituliskan sebagai berikut :

$$C/N = \frac{C (1 \text{ kg limbah jeroan ikan}) + xC (1 \text{ kg kotoran kambing})}{N (1 \text{ kg limbah jeroan ikan}) + xN (1 \text{ kg kotoran kambing})}$$

$$15 = \frac{0,040432 \text{ kg} + 0,42531109 \text{ xkg}}{0,006888 \text{ kg} + 0,01181173\text{ xkg}}$$

$$X = 0.4273 \text{ kg (kotoran kambing)}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase kotoran kambing} &= \frac{\text{Limbah kotoran kambing}}{\text{Total sampah}} \times 100\% \\ &= \frac{0.4273\text{kg}}{1+0,4273 \text{ kg}} \times 100\% = 30\% \end{aligned}$$

$$\text{Persentase jeroan ikan} = 100\% - \% \text{ kotoran kambing} = 70\%$$

Penelitian ini menggunakan rasio C/N 15 dari perhitungan tersebut didapatkan komposisi jeroan ikan (70%) : kotoran kambing (30%).

2.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan Kompos

Analisa C, N, P, K duplo	= 400 gram x 2 kali	= 800 gram
Pengujian kadar air	= 100 gram x 2 kali	= 200 gram
Total kompos		= 1000 gram
Total akhir kompos	= Total Kompos x <i>safety factor</i>	
	= 1000 x 2	= 2000 gram = 2 kg

Menurut (Diener, 2010), proses pengomposan mengalami penyusutan sebesar 80%, adapun bahan yang dibutuhkan untuk pengomposan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Penyusutan kompos} &= 80\% \\
 \text{Kompos akhir} &= 100\% - 80\% \\
 &= 20\% \\
 \text{Bahan yang dibutuhkan} &= \frac{2 \text{ kg} \times 100\%}{20\%} \\
 &= 10 \text{ kg (berat bahan yang dibutuhkan untuk setiap reaktor)}
 \end{aligned}$$

Penelitian ini dilakukan selama 15 hari dengan frekuensi pemberian makan pada larva 3 hari sekali karena tingkat WRI nya lebih tinggi daripada pemberian makan pada larva setiap hari (Sipayung, 2015).

$$\begin{aligned}
 \text{Pemberian makan larva} &= \frac{\text{Berat Bahan}}{\text{Pemberian Makan}} \\
 &= \frac{10 \text{ kg}}{15 \text{ hari}} \\
 &= 0,6 \text{ kg/hari} \\
 &= 2 \text{ kg/3 hari.}
 \end{aligned}$$

2.4 Perhitungan Kebutuhan Larva

Berdasarkan penelitian Dortmans (2017), perhitungan kebutuhan larva untuk pengomposan dihitung sebagai berikut :

- a. Menghitung jumlah larva dalam reaktor

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui :} \quad & \text{Jumlah larva 5 DOL} &&= 962 \\
 & \text{Total berat larva 5 DOL} &&= 1,62 \text{ gram} \\
 & \text{Berat sampel} &&= 2 \text{ gram} \\
 \text{Rumus :} \quad & L \text{ total} = \frac{M \text{ total} \times L \text{ sampel}}{M \text{ sampel}} = \frac{1,62 \text{ gram} \times 962}{2 \text{ gram}} &&= 779,2 \text{ individu}
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung berat larva setiap reaktor

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui :} \quad & \text{Jumlah larva yang dibutuhkan per larvero (L}_{larvero}) &&= 800 \text{ gram} \times 2 \text{ kg sampah} \\
 & &&= 1.600 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

(Dalam 1 kg sampah basah membutuhkan 600-800 larva)

$$\text{Berat (massa) total larva di dalam kotak (M}_{total}) = 1,62 \text{ gram}$$

$$\text{Jumlah total larva di dalam kotak (L total)} = 779,2 \text{ individu}$$

$$M_{larvero} = \frac{L \text{ larvero} \times M \text{ total}}{L \text{ total}} = \frac{1.600 \times 1,62 \text{ gram}}{779,2} = 3,3 \text{ gram} \sim 3,5 \text{ gram.}$$

Jadi, jumlah larva yang dibutuhkan dalam setiap larvero atau reaktor yaitu sebanyak 3,5 gram per reaktor.

2.5 Proses Pengomposan

Proses pengomposan jeroan ikan dan kotoran kambing menggunakan larva BSF dilakukan dengan melakukan penghalusan bahan sampai berbentuk *slurry*. Menambahkan MoL tomat sebanyak 30 mL pada bahan kompos. Setelah itu memasukkan bahan kompos dan larva umur 5 hari ke dalam tiap reaktor. Pemberian bahan kompos sebagai pakan BSF dan 30 mL MoL tomat setiap tiga hari sekali selama 15 hari. Pemantauan kompos dilakukan setiap hari meliputi parameter suhu, kadar air, warna, bau dan tekstur. Setelah itu, melakukan pengujian parameter C-Organik, N-Total, dan rasio C/N kompos padat pada akhir pengomposan.

2.6 Parameter Pengujian

Parameter yang diamati yaitu parameter fisik dan kimia. Parameter fisik meliputi suhu, kadar air, bau, tekstur, dan bau yang dilakukan monitoring setiap hari. Parameter kimia meliputi C-Organik, N-Total, dan Rasio C/N yang dilakukan di akhir pengomposan. Pengujian parameter kualitas kompos dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Parameter Pengujian Kompos

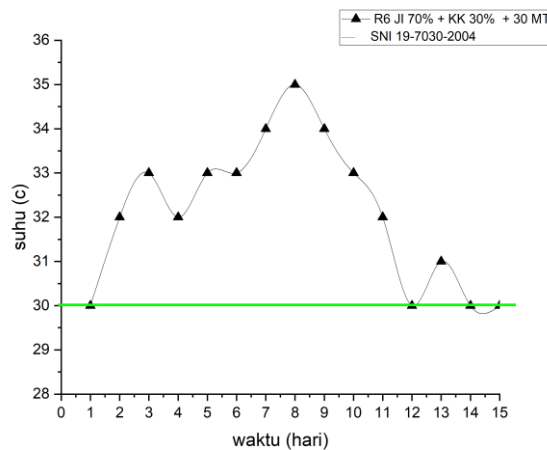
Parameter Uji	Metode Pengujian
Suhu	-

Parameter Uji	Metode Pengujian
Kadar Air	Gravimetri
Warna	-
Bau	-
Tekstur	-
C-Organik	Gravimetri
N-Total	Kjeldahl

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Parameter Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang berpengaruh pada proses pengomposan. Pengamatan suhu dilakukan untuk mengetahui adanya aktivitas mikroorganisme dan kondisi perkembangbiakan larva BSF saat proses mengurai sampah organik. Pengamatan suhu dilakukan setiap hari untuk mengetahui perubahan suhu selama proses pengomposan. Grafik pengamatan suhu dapat dilihat pada **Gambar 2**.

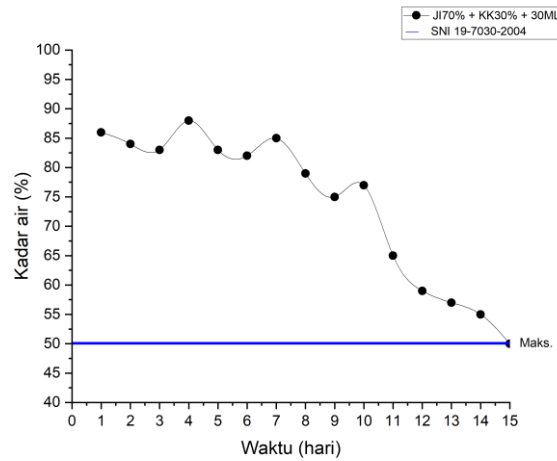


Gambar 2. Pengamatan Suhu Proses Komposting

Peningkatan suhu selama pengomposan merupakan akibat dari perombakan bahan organik oleh mikroba. Hal ini sejalan dengan Arthawidya dkk., (2017) bahwa sejumlah energi akan dilepaskan dalam bentuk panas langsung pada perombakan bahan organik, ini mengakibatkan naiknya suhu dalam tumpukan kompos. Pengomposan tidak terjadi fase termofilik, yaitu suhu diatas 40 °C, Hal ini dikarenakan bahwa mikroorganisme pengurai yang mampu berkembangbiak hanya bakteri-bakteri mesofilik (15°C - 40°C). Selain itu, kurang tingginya suhu kompos disebabkan karena kondisi tumpukan bahan yang terlalu rendah sehingga tumpukan tidak dapat mengisolasi panas dengan cukup. Ketebalan lapisan sampah dalam reaktor larvero dibatasi tidak lebih dari 5 cm agar larva tidak kesulitan dalam mengolah sampah hingga ke lapisan paling bawah (Dortman, 2017). Hal ini menyebabkan temperatur yang tinggi tidak dapat tercapai. Suhu mengalami penurunan pada hari ke-10 sampai hari ke-15, hal ini menandakan bahwa kompos mulai matang karena bahan organik yang diurai mikroorganisme mulai habis. Suhu pada hari terakhir pengomposan telah memenuhi syarat SNI 19-7030-2004.

3.2 Parameter Kadar Air

Aktivitas larva BSF dalam mengurai sampah organik dipengaruhi oleh kadar air. Kadar air yang terlalu rendah dan substrat yang kering berdampak pada melambatnya pertumbuhan larva. Kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan residu terlalu basah dan lengket sehingga sulit untuk dipisahkan (Jatmiko, 2021). Pengamatan kadar air dilakukan setiap hari selama 15 hari. Grafik pengamatan kadar air dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Pengamatan Kadar Air Proses Komposting

Penurunan presentase kadar air terjadi pada hari kedua, hal ini diakibatkan kenaikan suhu yang menandakan adanya aktivitas mikroba (Ratna dkk., 2017). Selain itu terjadi kenaikan presentase kadar air pada kompos setelah diberi penambahan sampah setiap 3 hari sekali. Penambahan sampah akan menyebabkan kenaikan pada kadar air kompos. Penurunan kadar air pada kompos disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme dan aktivitas dari larva BSF yang menghasilkan energi panas sehingga kompos mengalami penguapan dan kadar air berkurang (Harahap, 2020). Selain itu juga diakibatkan karena peningkatan suhu yang terjadi selama pengomposan. Suhu yang tinggi pada kompos menyebabkan air terevaporasi ke aliran udara. Pengukuran kadar air pada hari terakhir pengomposan memiliki kadar air di bawah 50%. Kadar air akhir kompos telah sesuai dengan persyaratan SNI 19-7939-2004.

3.3 Parameter Bau, Tekstur, dan Warna

Pengamatan pada parameter bau, tekstur dan warna perlu dilakukan pengamatan setiap harinya. Awal pengomposan bau yang ditimbulkan tidak sedap. Bau busuk muncul pada kompos akibat adanya degradasi mikroba membentuk gas ammonia yang menguap ke udara, hal tersebut juga menandakan berkurangnya nitrogen pada kompos (Zuokaite & Zigmontiene, 2013). Hari ke-15 kompos berbau tanah sesuai dengan syarat SNI 19-7030-2004.

Tekstur pada kompos menghasilkan tekstur seperti tanah. Awal pengomposan tekstur berbentuk slurry. Perubahan tekstur pada kompos terjadi karena adanya penguraian bahan organik oleh mikroorganisme yang hidup dalam proses pengomposan (Hendriatiningsih dkk., 2023). Menurut Ismayana dkk., (2012) tekstur kompos yang baik apabila bentuk akhirnya sudah tidak menyerupai bentuk bahan, karena sudah hancur akibat penguraian alami oleh mikroorganisme yang hidup didalam kompos. Hari ke-15 kompos berbentuk seperti remah tanah sesuai dengan syarat SNI 19-7030-2004.

Warna coklat kehitaman menunjukkan tanda bahwa aktivitas penguraian yang ada dalam kompos telah selesai (Ahmad & Nurhalisha, 2021). Pengomposan dilakukan untuk menurunkan kadar C dan N di dalam bahan, sehingga warna yang dihasilkan akan lebih coklat kehitaman, karena kandungan karbon dan nitrogen sudah rendah. Warna kompos berwarna coklat kehitaman pada hari ke-15. Parameter warna ini sudah sesuai dengan syarat SNI 19-7030-2004.

3.4 Parameter C-Organik, N-Total dan Rasio C/N

Hasil akhir proses dekomposisi menggunakan larva BSF adalah bahan organik seperti kompos. Hasil dekomposisi yang telah diuraikan oleh Larva *Black Soldier Fly* selama 15 hari diujikan untuk diketahui kandungan C-Organik, N-Total dan rasio C/N. Mutu hasil dekomposisi dibandingkan dengan standar yang terdapat dalam SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik. Nilai hasil unsur hara kompos yang telah diujikan di Laboratorium dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Parameter C-Organik,N-Total dan rasio C/N

Pengukuran Parameter Kimia (%)		
C-Organik	N-Total	Rasio C/N

17,34	1,27	13,65
-------	------	-------

Penurunan kadar C-Organik terjadi karena adanya penguraian bahan organik oleh larva BSF selama pengomposan. Selama proses pengomposan kandungan C-organik yang terdapat dalam bahan organik akan berkurang karena dalam proses dekomposisi bahan C-organik digunakan oleh mikroorganisme sebagai energi. Sebagian besar kandungan organik dalam bahan terurai selama proses pengomposan, namun sejumlah besar kandungan organik masih ada pada akhir pengomposan (Waluyo, 2020). Syarat kandungan C-Organik sesuai SNI 19-7030-2004 adalah 9,8 – 32.

Kandungan nitrogen yang tinggi pada bahan kompos disebabkan karena menyusutnya bobot bahan kompos sebagai akibat menguapnya CO₂ dan H₂O serta pelepasan sejumlah unsur hara 70 melalui proses mineralisasi, yang mengakibatkan meningkatnya konsentrasi nitrogen pada kompos (Hapsoh, 2018). Selain itu, tingginya kandungan nitrogen juga dapat disebabkan karena bahan baku yang digunakan kompos. Sedangkan rendahnya kandungan Nitrogen disebabkan karena terangkatnya zat nitrogen dalam bentuk gas nitrogen atau dalam bentuk gas amoniak yang terbentuk selama proses pengomposan (Bachtiar dkk., 2019). Menurut SNI 19-7030-2004 standar minimal kandungan nitrogen adalah 0,4%.

Terjadi perubahan rasio C/N selama proses pengomposan berlangsung, hal ini dikarenakan unsur karbon dan nitrogen yang ada pada kompos sudah terurai. Terdapat mikroorganisme pengurai menggunakan unsur karbon sebagai energi, sedangkan nitrogen sebagai sel strukturnya. Selama proses pengomposan kandungan C-organik yang terdapat dalam bahan organik akan berkurang karena dalam proses dekomposisi bahan C-organik digunakan oleh mikroorganisme sebagai energi. Syarat minimal rasio C/N menurut SNI 19-7030-2004 adalah 10-20.

4. KESIMPULAN

Kualitas kompos yang dihasilkan dari penelitian ini berdasarkan parameter fisik dan kimia telah memenuhi SNI 19-7030-2004. Nilai kadar air 50%, suhu sebesar 30°C, bau seperti tanah, tekstur remah tanah dan warna coklat kehitaman, nilai C-Organik sebesar 17,34, N-Total sebesar 1,27 dan rasio C/N sebesar 13,65.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H., dan Nurhalisha, A. (2021). Pemanfaatan Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) dalam Mengolah Sampah Organik Menjadi Kompos. *Jurnal Sulolipu*, 21(2), 24.
- Aini, S.N., Setiawati, A.R., Septiana, L.M., Ramadhani, W.S. dan Prasetyo, D. 2022. Pengomposan Limbah Pertanian In Situ Menggunakan Starter Mikroorganisme Lokal di Desa Bawang Sakti Jaya, Provinsi Lampung. *Jurnal Masyarakat Mandiri* 6 (3): 1732-1745.
- Apu, R. (2017). Pemanfaatan Limbah Jeroan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Sebagai Bahan Substitusi Tepung Ikan Terhadap Kinerja Pertumbuhan Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Universitas Hasanuddin Makassar
- Arthawidya, J., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Analisis Komposisi Terbaik dari Variasi C/N Rasio Menggunakan Limbah Kulit Buah Pisang, Sayuran dan Kotoran Sapi dengan Parameter C-Organik, N-Total, Fosfor, Kalium dan C/N Rasio Menggunakan Metode Vermikomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1-2.
- Bachtiar, B., Andi, D., & Ahmad, H. (2019). Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassia siamea Dengan Penambahan Aktivator Promi Analysis Of The Nutrient Content Of Compost Cassia siamea With Addition Of Activator Promi. 4(1), 68.
- Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Zurbrugg, C. (2017). Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF): *Panduan Langkah-Langkah Lengkap*. Eawag-Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development (Sandec).
- Ekawandani, N., & Halimah, N. (2021). Pengaruh Penambahan Mikroorganisme Lokal (Mo L) Dari Nasi Basi Terhadap Pupuk Organik Cair Cangkang Telur. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 6(2), 79-86.
- Harahap, E. M. (2020). Biokonversi sampah organik menggunakan Larva *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) Studi Kasus Di TPS Pasar Astana Anyar (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas).
- Hapsoh, H., Wardati, W., Gusmawarti, G., & Pulungan, A. Y. (2018). Pengujian Kombinasi Bahan Baku Kompos dan Beberapa Dekomposer Terhadap Kualitas Kompos. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 7(2), 59-67.
- Hendriatiningsih, S. L., Medina, S. I., Affan, I. H., Al-Fitriani, S. R. S., & Radianto, D. O. (2023). Pemanfaatan Larva BSF (*Black Soldier Fly*) Sebagai Metode Pengomposan Limbah Sisa Makanan Dan

- Dedaunan. *KOLONI*, 2(2), 306-313.
- Ismayana, A., Indrasti, N. S., Suprihatin, A. M., & TIP, A. F. (2012). Faktor Rasio C/N Awal Dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse Dan Blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22(3).
- Jatmiko, F. T. (2021). Ajian Literatur Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Dalam Pengomposan Sampah Organik.
- P. Yuwono & P. Mentari. (2018). Black Soldier Fly (BSF) Penggunaan Larva (Maggot) Dalam Pengolahan Limbah Organik.
- Ratna, D. A. P., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh kadar air terhadap proses pengomposan sampah organik dengan metode takakura. *Jurnal Teknik Mesin*, 6.
- Sipayung, Pretty, Y, E. (2015). Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Sebagai Salah Satu Teknologi Reduksi Sampah DiDaerah Perkotaan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sitompul, E., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). Studi identifikasi rasio C/N pengolahan sampah organik sayuran sawi, daun singkong, dan kotoran kambing dengan variasi komposisi menggunakan metode Vermikomposting (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- SNI 19-7030-2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik. *Badan Standar Nasional Indonesia*. Jakarta.
- Waluyo, T. (2020). Optimasi Pengkomposan Limbah Sayuran Pasar Minggu Sebagai Sumber Pupuk Organik. *Ilmu dan Budaya*, 41(70).
- Zuokaite, E., & Zigmontiene, A. (2013). Application Of A Natural Cover During Sewage Sludge Composting To Reduce Gaseous Emissions. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(2), 621–626.