

The Quality of Solid Compost Fertilizer Produced from The Utilization of Black Soldier Fly Larva (Hermetie Illucencs L) At Sahabat Natural Waste Bank, Pariaman City
Kualitas Pupuk Kompos Padat Yang Dihasilkan Dari Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (Hermetie Illucencs L) Di Sahabat Bank Sampah Alam Kota Pariaman

Leila Muhelni^{1}, Betrisnawiwit¹, Rezi Junialdi¹, Dertha Mukhtar¹*
Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat, Padang, Indonesia
**Surel: leilamuhelni@gmail.com*

ABSTRACT

Indonesia is the 4th most populous country in the world. The main factors influencing the high rate of urban population growth are urbanization and migration. This condition causes an increase in the amount of waste generation, whether solid, liquid or gas waste. Therefore, efforts are needed to manage and process waste generation, one of which is composting. Composting is a form of reuse and recovery of resources from solid waste by decomposing organic matter with the help of organisms. One of the organisms that can be used as a waste decomposition agent is the Black Soldier Fly larvae. The composting process requires several requirements to produce good quality compost, namely the content of macro nutrients, namely N, P, K. This research was conducted on 3 February – 2 March 2022 at the Sahabat Alam Waste Bank (SAWB) Kp. Apar, South Pariaman, Pariaman City, West Sumatra. Sample testing was carried out at the Chemistry Laboratory of FMIPA UNP using the levels of Nitrogen (N) (Kjehdahl Method), Phosphorus (P) and Potassium (K) (X-Ray Fluorescence Method). The quality of N, P, K solid compost obtained from this study was nitrogen levels 6.09% (S.Week 1) and 9.324%, phosphorus levels 8.113% (S.Week 1) and 6.176% (S.Week 2), and 29.759% (S.Week 1) and 38.181% (S. .Week 2) for potassium levels

Keywords:

Compost,
Utilization Of Black Soldier Fly,
Rubbish

Received: December 15th 2023

Reviewed: December 27th 2023

Published: February 05th 2024

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbesar ke empat di dunia. Faktor utama yang mempengaruhi tingginya laju pertumbuhan penduduk adalah urbanisasi dan migrasi. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya jumlah timbulan sampah, baik limbah padat, cair maupun gas. Oleh karena itu diperlukan upaya pengelolaan dan pengolahan timbulan sampah, salah satunya dengan pengomposan. Pengomposan adalah suatu bentuk penggunaan kembali dan pemulihan sumber daya dari limbah padat dengan menguraikan bahan organik dengan bantuan organisme. Salah satu organisme yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengurai sampah adalah larva Black Soldier Fly. Proses pengomposan memerlukan beberapa syarat untuk menghasilkan kompos yang berkualitas baik yaitu kandungan unsur hara makro yaitu N, P, K. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 3 Februari – 2 Maret 2022 di Bank Sampah Sahabat Alam (SAWB) Kp. Apar, Pariaman Selatan, Kota Pariaman, Sumatera Barat. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA UNP menggunakan kadar Nitrogen (N) (Metode Kjehdahl), Fosfor (P) dan Kalium (K) (Metode Fluoresensi Sinar-X). Mutu kompos padat N, P, K yang diperoleh dari penelitian ini adalah kadar nitrogen 6,09% (S.Minggu 1) dan 9,324%, kadar fosfor 8.113% (S.Minggu 1) dan 6.176% (S.Minggu 2), serta 29.759% (S.Minggu 1) dan 38.181% (S.Minggu 2) untuk kadar kalium.

Kata Kunci:

Pupuk Kompos,
Larva lalat black Soldier fly,
Sampah

Diterima: 15 Desember 2023

Direview: 27 Desember 2023

Dipublikasi: 05 Februari 2024



PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan populasi terbesar keempat di dunia setelah Tiongkok, India, dan Amerika Serikat. Pertumbuhan penduduk perkotaan yang tinggi, disebabkan oleh urbanisasi dan migrasi, menyebabkan peningkatan volume sampah termasuk sampah padat, cair, dan gas. Sampah diartikan sebagai sisa atau hasil dari aktivitas manusia, sesuai dengan definisi dalam Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 dan Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 (PP No. 18/1999 Jo PP 85/1999) [1].

Permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia meliputi kurangnya dasar hukum yang kuat, ketersediaan lokasi pembuangan sampah yang memadai, minimnya usaha pengomposan, dan kekurangan sistem yang optimal untuk pengelolaan tempat pembuangan sampah [2]. Oleh karena itu, diperlukan upaya serius dalam pengelolaan dan pengolahan sampah, termasuk pengomposan. Pengomposan merujuk pada penggunaan organisme hayati untuk menguraikan bahan organik dan mengembalikan serta memulihkan sumber daya dari limbah padat. Kualitas kompos yang dihasilkan dipengaruhi oleh kondisi tertentu, seperti kandungan unsur hara makro seperti N, P, dan K [3]. Tujuan pengelolaan sampah pada awalnya adalah untuk mengurangi volume sampah dan meningkatkan efisiensi sebelum memasuki tahap pemrosesan akhir [4].

Salah satu organisme yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengurai sampah adalah larva Black Soldier Fly, yang memberikan paradigma baru dalam pengolahan sampah organik dengan menciptakan daur ulang hara selain dari siklus hara [5]. Kompos yang dihasilkan dari residu larva Black Soldier Fly memiliki nilai gizi yang dapat digunakan sebagai pupuk atau penambah tanah [6]. Larva Black Soldier Fly mampu dengan cepat mengubah bahan organik segar menjadi kompos dan biomassa yang kaya akan protein serta lemak. Kompos yang berkualitas tinggi dan bebas dari patogen memberikan dampak positif pada perkembangan budidaya tanaman [7]. Oleh karena itu, terdapat potensi besar tidak hanya untuk produksi bahan pakan menggunakan Black Soldier Fly, tetapi juga untuk pengembangan teknologi pengomposan. Transformasi bahan organik ini membawa banyak manfaat bagi masyarakat, seperti memenuhi kebutuhan akan pupuk organik dan pakan, mendorong pertumbuhan dan perkembangan sektor pertanian di perkotaan serta sekitarnya [8].

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yg digunakan dalam penelitian ini artinya alat-alat daerah telur maggot, wadah plastik, ayakan/saringan, timbangan presisi, mangkok mungil, sendok, mesin cacah, plastik, timbangan, boxes transfer. Sedangkan peralatan uji laboratorium yaitu centrifuge, hotplane 6 tungku, erlemeyer, distilasi, titrasi. Bahan yang digunakan artinya pakan, serbuk/ampas kelapa, air, telur maggot, limbah sayur/buah.

Prosedur Penelitian

Tahap Awal/Fase Telur

Penelitian ini menggunakan 3 gram telur BSF yg dari dari Minagot Sumatera Barat, Kompleks Bukit Belimbing indah , Kuranji, Kota Padang. Telur diinkubasi selama 3-5 hari dalam wadah plastik ukuran 55 x 35 x 14 centimeter. masukkan 2 Kilo Gram pakan yg terdiri asal adonan pakan ayam dan air (30%: 70%) ke pada wadah ini. serta pada atasnya dilapisi dengan sabut kelapa/sisa (0,5-1,0 centimeter) buat menghindari hilangnya kelembapan. Beri label pada setiap wadah pembibitan yang Anda buat hari itu dan letakkan seluruh wadah di stand pembibitan yang baru Anda buat pada [9].

Fase Penetasan

Hari kelima selesainya lahir, keluarkan larva asal wadah pemeliharaan, bagi ke pada wadah baru, dan hitung jumlah seluruhnya. Keluarkan wadah semai berumur lima hari dari tegakan semai. Ayak semua bahan pada wadah persemaian dengan menggunakan ayakan manual (mesh 1 mm). Partikel residu yg kecil serta larva yang sangat kecil (< 1 mm) jatuh dari saringan ke dalam wadah, sedangkan partikel residu dan larva yg lebih besar tetap berada pada saringan. kemudian residu dan larva dimasukkan ke pada saringan ke dalam wadah plastik baru. Hitung 200 larva serta tuang ke pada mangkuk mungil. setelah Anda menghitung berapa banyak sampel yang Anda perlukan, timbang sampel tadi dan pindahkan ke wadah baru. yang akan terjadi penimbangan memberikan bahwa setiap larva memiliki berat homogen-rata dua, 26 mg. Produk olahan dan kuliner larva juga didapatkan selama pemeliharaan larva [9].

Fase Pembesaran Larva

Pertama, ambil setengah Kilo Gram pakan sampah organik yg diparut dengan alat pencacah, tuang ½ Kilo Gram pakan ayam, masukkan ke dalam wadah baru, dan campurkan pakan hingga merata. Sampah yg dikumpulkan adalah sampah pasar Kritaj, Kp Appal Kota Pariaman. Labeli wadah dengan kode bulan dan lepas pembuatan. setelah dua minggu, diamkan isi wadah serta pindahkan residu prapupa yg terdapat pada kotak transfer ke kolam organik matang, karena prapupa masih belia serta telah lolos ke tahap berikutnya. Kumpulkan sisa yg tertinggal di wadah pemisah menjadi sampel kompos buat penelitian [9].

Pengolahan Data

Data yg diperoleh adalah data kuantitatif nitrogen (N), fosfor (P), serta kalium (K). akibat yang diperoleh dipengaruhi dengan memakai rumus penentuan kandungan nitrogen, sedangkan buat kandungan fosfor dan kalium diukur menggunakan memakai alat X-ray fluorescence (XRF) yang eksklusif dicantumkan nilainya. tak dipergunakan. yang akan terjadi yang diperoleh dibandingkan dengan panduan yang ditetapkan Menteri Pertanian No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 perihal kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium di pupuk kompos [10].

Nitrogen Total (N)

$$\begin{aligned} \% \text{ N Sampel Minggu 1} &= (V \text{ titar} - V \text{ blanko}) \times \text{Ar N} \times \text{berat sampel} \times \text{fk} \\ &= (0,2 - 0,05) \times 14 \times 2 \times 1,45 \\ &= 6,09 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ N Sampel Minggu 2} &= (V \text{ titar} - V \text{ blanko}) \times \text{Ar N} \times \text{berat sampel} \times \text{fk} \\ &= (0,2 - 0,05) \times 14 \times 2 \times 2,22 \\ &= 9,324 \% \end{aligned}$$

Dengan V blanko adalah volume titrasi blanko (ml), V titar adalah volume rata-rata titrasi (ml), Fk adalah faktor konversi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pupuk kompos merupakan bahan alami yang diolah menjadi pupuk yang mudah digunakan dan sangat mendorong pertumbuhan tanaman. Pupuk kompos yang cocok digunakan adalah yang mengandung unsur hara makro N, P, dan K yang seimbang. Pasalnya, kadar N, P, dan K yang tidak seimbang pada pupuk kompos dapat berdampak buruk bagi tanaman [11]. Analisis Kandungan Hara Pupuk Kompos Padat N, P, K yang diperoleh dari hasil pemanfaatan larva lalat BSF disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis N, P, K dalam pupuk kompos padat di Bank Sampah Sahabat Alam Kota Pariaman

No	Parameter	Hasil Analisa		Metode
		Minggu 1	Minggu 2	
1.	Kadar Nitrogen (N)	6,09% (dalam 100 gram/ sampel)	9,324% (dalam 100 gram/ sampel)	Kjehdahl
2.	Kadar Fosfor (P)	8.113% (dalam 1 gram sampel)	6.176% (dalam 1 gram sampel)	X-ray Fluoresence
3.	Kadar Kalium (K)	29.759% (dalam 1 gram sampel)	38.181% (dalam 1 gram sampel)	X-ray Fluoresence

Sumber: Hasil Laboratorium FMIPA Kimia UNP, 2022

1. Nitrogen (N)

Analisis yang telah dilakukan diperoleh hasil nitrogen yaitu pada minggu 1 sebesar 6,09% dan minggu 2 sebesar 9,324%, yang mana hasil pada minggu 2 lebih baik dibandingkan dengan minggu 1. Hasil perhitungan kadar nitrogen dapat dilihat pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Perhitungan Kadar Nitrogen Sampel

Sampel	V blanko	V titar	Berat sampel	fk	% Nitrogen
Minggu 1	0,05	0,2	2	1,45	6,09
Minggu 2	0,05	0,2	2	2,22	9,324

Sumber : Hasil Laboratorium FMIPA Kimia UNP, 2022

Nitrogen merupakan komponen makronutrien serta unsur penting yg digunakan sebagai unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Unsur nitrogen diharapkan tanaman menjadi komponen protein pembentuk jaringan organisme hayati, serta di pada tanah dia sangat memilih pertumbuhan tumbuhan [11]. Penentuan nitrogen di penelitian ini menggunakan metode analisis Kjeldahl. Analisis Kjeldahl dilakukan dengan 4 tahap, yaitu tahap digesti, destilasi, titrasi dan perhitungan [12].

Ketersediaan nitrogen dalam kompos disebabkan adanya proses penguraian bahan organik sang mikroorganisme. Nitrogen ini diperoleh melalui tiga langkah reaksi: aminasi, amonisasi, dan nitrifikasi. Reaksi aminasi artinya reaksi penguraian protein bahan organik menjadi asam amino, reaksi amonisasi adalah reaksi yg membarui asam amino menjadi senyawa amonia (NH₃) dan senyawa amonium (NH₄⁺), dan reaksi nitrifikasi ialah reaksi yg membarui asam amino menjadi amonia (NH₃) dan senyawa amonium (NH₄⁺) artinya reaksi yang berubah sebagai Respon senyawa amonia terhadap nitrat yang melibatkan bakteri Nitrosomonas dan Nitrosokokus [12].

2. Fosfor (P)

Analisis fosfor yang telah dilakukan diperoleh hasil, yaitu sampel minggu 1 sebesar 8.113% dan minggu 2 sebesar 6.176%, dari hasil yang dilihat bahwa pada minggu ke 1 lebih baik dibandingkan dengan minggu ke 2. Penentuan fosfor pada penelitian ini menggunakan metode X-Ray Fluoresence yang langsung menghasilkan hasil pengujian kadar fosfor (P) dapat dilihat dalam [Tabel 3](#).

Tabel 3. Pengujian Kadar fosfor Sampel

Sampel	Elemen		Geology		Oxides	
	Compounc	Unit	Compounc	Unit	Compounc	unit
Minggu-1	P	8.113%	P2O5	13.866%	P2O5	13.841%
Minggu-2	P	6.176%	P2O5	11.065%	P2O5	11.043%

Sumber : Hasil Laboratorium FMIPA Kimia UNP, 2022

menggunakan elemen merupakan dihitung menjadi unsur, geologi adalah keadaan alami sampel, serta Oxides ialah dihitung menjadi oksida.

Fosfor merupakan keliru satu unsur hara utama yg diharapkan tumbuhan selain nitrogen. Unsur ini sangat dibutuhkan bagi tumbuhan karena adalah komponen penting protein inti sel, yg mengontrol pembelahan serta pertumbuhan sel, dan DNA, yang memberikan genetik suatu organisme [13]. Fosfor sebagian besar asal pelapukan batuan mineral alam, dan sisanya dari pelapukan bahan organik. Meskipun terdapat banyak sumber fosfor di pada tanah, tanaman masih mampu mengalami kekurangan fosfor. Kebanyakan fosfor bergabung secara kimia dengan unsur lain, menjadikannya senyawa yang sulit larut dalam air [14].

3. Kalium (K)

Analisis kalium yang telah dilakukan diperoleh kadar kalium sebesar sampel minggu 1 yaitu 29.759% dan minggu 2 yaitu 38.181%, dari hasil yang dilihat bahwa pada minggu ke 2 lebih baik dibandingkan dengan minggu ke 1. Penentuan kalium pada penelitian ini menggunakan metode X-Ray Fluorescence yang langsung menghasilkan hasil pengujian kadar kalium (K) dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian kadar kalium Sampel

Sampel	Elemen		Geology		Oxides	
	Compounc	Unit	Compounc	Unit	Compounc	unit
Minggu-1	K	29.759%	KO2	23.917%	CaO	23.154%
Minggu-2	K	38.181%	KO2	32.353%	CaO	23.328%

Sumber : Hasil Laboratorium FMIPA Kimia UNP, 2022

Kalium krusial buat pertumbuhan tumbuhan karena kalium ialah aktivator enzim [11]. Tumbuhan yang kekurangan unsur K akan mengalami tanda-tanda kekeringan di ujung daun, terutama daun tua. Ujung yang kering akan semakin menjalar sampai ke pangkal daun. dan kadang akan terlihat mirip tanaman yg kekurangan air. eksistensi unsur hara kalium dalam pupuk kompos ini ditimbulkan karena kalium banyak asal berasal bahan organik. Bahan organik bisa meningkatkan kapasitas tukar kation, hal ini berhubungan dengan muatan-muatan negatif yang berasal dari gugus -COOH serta OH yang berdisosiasi sebagai COO^- dan H^+ dan $\text{O}^- + \text{H}^+$ [15].

Hara Makro

Berdasarkan Permentan No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 buat standar mutu hara makro N,P,K artinya minimum 2% (pupuk kompos padat). Parameter unsur hara berdasarkan Permentan tidak diatur satu persatu unsur melainkan menjadi satu kesatuan hara makro yg meliputi nilai $\text{N} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O}$ [16]. sesuai hasil analisis kandungan hara makro pupuk kompos padat N,P,K yang diperoleh asal akibat pemanfaatan larva lalat BSF untuk masing-masing sampel percobaan sudah membagikan nilai yg memenuhi standar mutu yang sudah ditetapkan sang Permentan No.261/KPTS/SR.30/M/4/2019, nilai yg dihasilkan berada diatas baku mutu yang sudah ditetapkan.

Larva lalat BSF *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) sangat cocok dipergunakan sebagai teknologi pengolahan sampah organik berbasis serangga. Teknologi ini artinya salah satu jenis

pengelolaan sampah berdasarkan konsep 3R buat mengurangi jumlah sampah organik di Asalnya. Larva lalat tentara hitam bisa menguraikan sampah organik selama 10-11 hari sebagai akibatnya membuat nilai tambah berupa kompos, dan biomassa larva atau prapupa bisa menjadi pakan nutrisi yg sangat baik [17]. Lalat Black Soldier memungkinkan Anda menghasilkan kompos serta pakan ternak [18]. sisa kompos merupakan bagian sampah organik yang berstruktur kasar, tidak dapat dicerna, serta tidak disukai sang lalat tentara hitam [19]. Pemupukan tanaman kacang tunggak menggunakan kompos yg diperoleh asal penguraian lalat tentara hitam pada limbah inti sawit menunjukkan imbas yg positif terhadap pertumbuhan tanaman kacang tunggak [20]. dalam penelitian ini poly faktor yang mensugesti berhasil tidaknya proses pengomposan, antara lain suhu, pH, serta rotasi, serta cara mengaduk kompos supaya matangnya merata.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan tentang Kualitas Pupuk Kompos Padat Yang Dihasilkan Dari Pemanfaatan Larva Lalat Black Soldier Fly (*Hermetie illucens* L) Di Bank Sampah Sahabat Alam Kota Pariaman untuk kadar nitrogen yang lebih baik adalah pada minggu ke 2 sebesar 9,324%, untuk kadar fosfor yang lebih baik adalah pada minggu ke 1 sebesar 8.113% dan untuk kadar kalium yang lebih baik adalah pada minggu ke 2 sebesar 38.181%. kandungan hara makro pupuk kompos padat N, P, K yang diperoleh dari hasil pemanfaatan larva lalat BSF sudah menunjukkan nilai yang memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan oleh permentan No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019 dilihat dari kadar nitrogen, fosfor dan kalium minimum 2%.

REFERENSI

- [1] B. P. Statistik, *Statistika Lingkungan Hidup Indonesia 2017*, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2017.
- [2] R. P. Mahyudin, "Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir)," *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 3, no. 1, pp. 66-74, 2017. URL: <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/jukung/article/view/3201/0>
- [3] M. S. Finstein and M. L. Morris, "Microbiology of Municipal Solid Waste Composting," *Advances in Applied Microbiology*, vol. 19, no. 1975, pp. 113-151, 2008. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2164\(08\)70427-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2164(08)70427-1)
- [4] H. Novayanti, "Pengelolaan Bank Sampah di Kota Administrasi Jakarta Barat Tahun 2018," Universitas Satya Negara Indonesia, Jakarta, 2018.
- [5] N. Salman, E. Nofiyanti and T. Nurfadhilah, "Pengaruh dan Efektivitas Maggot Sebagai Proses Alternatif Penguraian Sampah Organik Kota di Indonesia," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 835-841, 2019. DOI: [10.32672/jse.v5i1.1655](https://doi.org/10.32672/jse.v5i1.1655)
- [6] L. Monita, S. H. Sutjahjo, A. A. Amin and M. R. Fahmi, "Biokonversi Sampah Organik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) dan EM4 dalam Rangka Menunjang Pengelolaan Sampah Berkelanjutan," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2017.

- [7] A. H. Wardhana, "Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as an Alternative Protein Source for Animal Feed," *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, vol. 26, no. 2, pp. 69-78, 2017. DOI: [10.14334/wartazoa.v26i2.1327](https://doi.org/10.14334/wartazoa.v26i2.1327)
- [8] P. D. Mentari, "Karakteristik Dekomposisi Sampah Organik Pasar Tradisional dengan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.)," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2018.
- [9] Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science, *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*, Dübendorf: Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science, 2017.
- [10] Kementerian Pertanian Republik Indonesia, *Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah*, Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2019.
- [11] "An Analysis on Macronutrient in Compos of Bamboo Leaves Litter and Solid Waste of Sugar Factory (Blotong)," *Asian Journal of Tropical Biotechnology*, vol. 12, no. 2, pp. 46-51, 2015. URL: <https://smujo.id/bbs/article/view/2284>
- [12] Surtinah, "Pengujian Kandungan Unsur Hara Dalam Kompos Yang Berasal Dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata*)," *Jurnal Ilmiah Pertanian*, vol. 1, no. 1, pp. 11-17, 2013. URL: <https://doi.org/10.31849/jip.v1i1.1309>
- [13] R. Y. Cesaria, R. Wirosodarmo and B. Suharto, "Pengaruh Penggunaan Starter Terhadap Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka Sebagai Alternatif Pupuk Cair," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 1, no. 2, pp. 8-14, 2014. URL: <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/122>
- [14] Novizan, *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*, Jakarta: Agromedia Pustaka, 2002.
- [15] N. I. Mansyur, E. Pudjiwati and A. Murti Laksono, *Pupuk dan Pemupukan*, Banda Aceh: Syiah Kuala University Press, 2021.
- [16] F. B. Salisbury and C. W. Ross, *Fisiologi Tumbuhan*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1995.
- [17] "Pengolahan Sampah Organik Pasar dengan Menggunakan Media Larva Black Soldier Flies (BSF)," *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, vol. 19, no. 1, pp. 1-13, 2021. URL: <https://doi.org/10.36456/waktu.v19i01.3240>
- [18] F. Gabler, "Using Black Soldier Fly for waste recycling and effective *Salmonella* spp. reduction," Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, 2014.
- [19] L. Monita, S. H. Sutjahjo, A. A. Amin and M. R. Fahmi, "Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya*

Alam dan Lingkungan, vol. 7, no. 3, pp. 227-234, 2017. URL:

<https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.227-234>

- [20] D. Anggraeni, "Pengaruh Pemupukan Bioconversion Fertilizer Palm Kernel Meal (BFPKM) Terhadap Pertumbuhan *Vigna unguiculata* L. Walp (Kacang Panjang) varietas Mutiara," Universitas Indonesia,, Depok, 2010.