

## Pemanfaatan Sampah Organik untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan dengan Cara Budidaya Maggot (*Hermetia illucens*)

Suci Pebri Azani<sup>\*)</sup>, Surodjo Taat Andayani, Yuslinawari

Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, INSTIPER Yogyakarta

\*Email Korespondensi : [suciifebri188@gmail.com](mailto:suciifebri188@gmail.com)

### ABSTRAK

Permasalahan yang sering terjadi pada daerah Yogyakarta adalah meningkatnya jumlah sampah yang melebihi kapasitas tempat penyimpanan akhir (TPA). Berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2023) menyajikan data timbulan sampah tahunan Provinsi D.I. Yogyakarta sebesar 712,086.32 ton/tahun. Sampah yang termasuk dalam kategori ini antara kaca, karet/kulit, kain, logam, plastik, kertas/karton, kayu/ranting dan sisa makanan dan lainnya. Pemanfaatan dan pengelolaan sampah organik untuk mengurangi pencemaran lingkungan dengan memanfaatkan Maggot, dengan cara membudidaya maggot. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis pakan terhadap indeks pengurangan sampah. Untuk mengetahui jenis sampah organik yang paling banyak dan paling cepat diuraikan oleh maggot BSF. Untuk mengetahui pengaruh jenis pakan terhadap laju pertumbuhan maggot dan tingkat bertahan hidup maggot BSF. Jenis pakan maggot yang digunakan yakni sampah sayur, sampah buah, kotoran puyuh dan limbah rumah makan. Kegiatan penelitian ini dibagi dalam 3 tahapan. Tahap pertama adalah tahap persiapan wadah, tahap kedua adalah tahapan budidaya maggot dan tahapan ketiga adalah tahap pemanenan. Hasil analisis konsumsi pakan sebanyak 35.78-47.88%, indeks pengurangan limbah pakan maggot sebanyak 7.16-9.58%, laju pertumbuhan maggot seberat 174.6-214.8 mg/ekor, tingkat bertahan hidup maggot sejumlah 21-45 ekor, sisa pakan seberat 55.66 - 68.42 g.

**Kata Kunci:** Sampah, Maggot, dan Jenis Pakan

### PENDAHULUAN

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada 2023, per 24 Juli 2024 hasil input dari 290 kab/kota se Indonesia menyebutkan jumlah timbulan sampah nasional mencapai angka 31,9 juta ton. Dari total produksi sampah nasional tersebut 63,3% atau 20,5 juta ton dapat terkelola, sedangkan sisanya 35,67% atau 11,3 juta ton sampah tidak terkelola. Pembuangan sampah masih menjadi permasalahan utama di Indonesia, termasuk Provinsi Yogyakarta. Permasalahan yang sering terjadi pada daerah Yogyakarta adalah meningkatnya jumlah sampah yang melebihi kapasitas tempat penyimpanan akhir (TPA).

Berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2023) menyajikan data timbulan sampah tahunan Provinsi D.I. Yogyakarta sebesar 712,086.32 ton/tahun. Sampah yang termasuk dalam kategori ini antara kaca, karet/kulit, kain, logam, plastik, kertas/karton, kayu/ranting dan sisa makanan dan lainnya. Sampah banyak berasal dari kegiatan rumah tangga namun sedikit dari kesadaran masyarakat untuk mengelolah sampah tersebut. Penanganan sampah rumah tangga, sangatlah penting (Bastiaans, 1984). Jika

pengelolaan sampah dilakukan dengan tepat, lingkungan akan menjadi lebih sehat dan tidak menjadi sarang penyakit serta hewan pengganggu. Sebaliknya, sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menciptakan berbagai masalah, termasuk dampak negatif terhadap kesehatan lingkungan. Jenis – jenis sampah rumah tangga yaitu organik, anorganik dan berbahaya. Sampah rumah tangga yang sering dijumpa yaitu sampah sayuran dan sisa makanan, karena sayuran dan sisa makanan merupakan kebutuhan sehari-hari sehingga menyebabkan penumpukan yang cukup besar (Bastiaans, 1984). Secara umum sampah sayuran dan sisa makanan mudah terurai secara alami, namun prosesnya sangat memakan waktu dan memerlukan bantuan mikroorganisme. Oleh karena itu, perlu dikembangkan lebih lanjut pengolahan sampah organik untuk mengurangi dampak negatif dan memberi nilai tambah pada sampah organik (Pangestu, 2017).

Banyak teknik yang telah dikembangkan untuk pengelolaan sampah organik dan didapatkan caranya dengan menerapkan budidaya maggot *black Soldier fly* (BSF). Hasil budidaya maggot *black Soldier fly* (BSF) ini dapat dimanfaatkan kembali menjadi pakan ternak kaya protein (ayam, bebek, ikan, dll). Maggot ini merupakan larva dari lalat prajurit hitam atau *black Soldier fly* yang keberadaannya dianggap hanya sekedar hama oleh sebagian besar masyarakat namun memiliki banyak manfaat. Lalat BSF mempunyai nama latin (*Hermetia illuciens*) merupakan kerabat lalat (famili *Diptera*), dengan tubuh dewasa mirip tawon, berwarna hitam dan panjang 1520 mm (Dortmans et al., 2021). Maggot BSF umumnya memiliki kandungan lemak tinggi, tekstur keras, dan kemampuan mengeluarkan enzim alami. Makanan yang sebelumnya sulit dicerna akan disederhanakan dan tersedia bagi peternak unggas dan ikan. Maggot BSF juga memiliki keunggulan memiliki sifat anti bakteri dan anti jamur. Oleh karena itu, pemeliharaan maggot BSF diharapkan dapat menjadi pilihan yang hemat biaya, mudah bagi peternak unggas dan dapat menghasilkan nilai ekonomi rumah tangga. Oleh karena itu, budidaya ini menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi sampah organik yang dihadapi masyarakat Sleman (Masrufah et al., 2020). Rumusan masalah yang didapatkan oleh peneliti adalah adalah sampah rumah tangga menghasilkan sampah organik dan anorganik. Sampah organik bisa dikurangi sebelum sampai ke TPA, dengan cara membudidayakan maggot BSF. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh jenis pakan terhadap indeks pengurangan sampah. Untuk mengetahui pengaruh jenis pakan terhadap laju pertumbuhan maggot dan tingkat bertahan hidup maggot BSF. Untuk mengetahui jenis sampah organik yang paling banyak dan paling cepat diuraikan oleh maggot BSF. Hipotesis penelitian adalah diduga terdapat pengaruh jenis pakan terhadap indeks pengurangan sampah, diduga terdapat jenis pakan yang paling banyak dan paling cepat diuraikan oleh maggot BSF, diduga terdapat pengaruh jenis pakan terhadap laju pertumbuhan maggot dan tingkat bertahan hidup maggot

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan untuk mengamati persentase konsumsi pakan, laju pertumbuhan maggot (berat maggot), indeks pengurangan limbah, tingkat bertahan hidup, dan sisa pakan maggot. Jenis pakan maggot yang digunakan yakni sampah sayur, sampah buah, kotoran puyuh dan limbah rumah makan. Terkait untuk percobaan lapangan. Penelitian ini, menggunakan maggot sebanyak 1500 ekor maggot, setiap wadah diberi maggot sebanyak 100 ekor maggot dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Metode penelitian ini dibagi dalam 3 tahapan. Tahap pertama adalah tahap persiapan wadah, tahap kedua adalah tahapan budidaya maggot dan tahapan ketiga adalah tahap pemanenan. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan aplikasi SPSS, berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL), jika berbeda nyata dilakukan uji lanjut LSD [*Least Significant Difference*] dengan taraf uji 0,05.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Indeks Pengurangan Limbah*

Hasil analisis keragaman lampiran 2 tabel a menunjukkan bahwa perlakuan berbagai jenis pakan maggot tidak berpengaruh nyata pada *indeks* pengurangan limbah. Rerata *indeks* pengurangan limbah maggot disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Rerata *indeks* pengurangan limbah pada perlakuan berbagai jenis pakan maggot sampai umur 20 hari.

| Jenis Pakan   | <i>Indeks Pengurangan Limbah</i> (%) |
|---------------|--------------------------------------|
| Kotoran Puyuh | 7.16                                 |
| Rumah Makan   | 7.19                                 |
| Buah          | 7.69                                 |
| Sayuran Buah  | 8.75                                 |
| Sayuran daun  | 9.58                                 |

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa pada umur 20 hari, rerata *indeks* pengurangan limbah dengan perlakuan sayuran daun memiliki *indeks* pengurangan limbah sebanyak 9.58%. Rerata *indeks* pengurangan limbah dengan perlakuan sayuran buah memiliki tingkat *indeks* pengurangan limbah sebanyak 8.75%. Rerata *indeks* pengurangan limbah dengan perlakuan buah memiliki tingkat *indeks* pengurangan limbah sebanyak 7.69%. Rerata *indeks* pengurangan limbah dengan perlakuan kotoran puyuh memiliki tingkat *indeks* pengurangan limbah sebanyak 7.16%. Rerata *indeks* pengurangan limbah dengan perlakuan rumah makan memiliki tingkat *indeks* pengurangan limbah sebanyak 7.19%.

Nilai WRI juga berbanding lurus dengan jumlah sampah yang dikonsumsi. Jika konsumsi sampah tinggi, nilai WRI akan tinggi. Ini juga bisa berarti bahwa semakin banyak sampah, semakin rendah nilai WRI-nya. Penurunan ini disebabkan oleh maggot yang tidak mampu lagi memakan bahan limbah yang disediakan (Nugraha, 2015). WRI tertinggi menunjukkan bahwa jumlah pakan ini sangat sesuai untuk pengurangan limbah yang efisien selama 20 hari. Hasil yang diperoleh juga berbeda secara signifikan dengan penelitian sebelumnya (Nugraha, 2015) nilai wri tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian sampah sayur 60 mg/maggot/hari dengan nilai 4.03%, terendah pada perlakuan pemberian sampah sayur 100 mg/maggot/hari sebesar 3.39%. (Hakim et al., 2017) WRI tertinggi adalah 4,06% untuk limbah kepala tuna (60 mg/maggot/hari) dan terendah adalah 4,06% untuk limbah kepala tuna (100 mg/maggot/hari).

### *Sisa Pakan Maggot (Hermetia illucens)*

Hasil analisis keragaman lampiran 2 tabel a menunjukkan bahwa perlakuan berbagai jenis pakan maggot tidak berpengaruh nyata pada sisa pakan maggot. Rerata pada sisa pakan maggot disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata sisa pakan maggot pada perlakuan berbagai jenis pakan sampai umur 20 hari.

| Jenis Pakan   | Sisa Pakan Maggot(g) |
|---------------|----------------------|
| Sayur Daun    | 55.66                |
| Sayur Buah    | 60.05                |
| Buah          | 65.73                |
| Kotoran Puyuh | 68.59                |
| Rumah Makan   | 68.42                |

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa sisa pakan pada umur 20 hari dengan perlakuan sayuran daun memiliki rerata sisa pakan maggot sebanyak 55.66 g. Rerata sisa pakan maggot dengan perlakuan sayuran buah memiliki sisa pakan maggot sebanyak 60.05 g. Rerata sisa pakan maggot dengan perlakuan buah memiliki sisa pakan maggot sebanyak 65.73 g. Rerata sisa pakan maggot dengan perlakuan kotoran puyuh memiliki sisa pakan maggot sebanyak 68.59g. Rerata sisa pakan maggot dengan perlakuan rumah makan memiliki sisa pakan maggot sebanyak 68.42 g.

#### **Persentase Konsumsi Pakan maggot (*Hermetia illucens*)**

Hasil analisis keragaman lampiran 2 tabel c menunjukkan bahwa perlakuan berbagai jenis pakan maggot tidak berpengaruh nyata pada persentase konsumsi pakan maggot. Rerata persentas konsumsi pakan maggot disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata persentase konsumsi pakan maggot pada perlakuan berbagai jenis pakan sampai umur 20 hari.

| <b>Jenis Pakan</b> | <b>Persentase Konsumsi Pakan (%)</b> |
|--------------------|--------------------------------------|
| Kotoran Puyuh      | 35.78                                |
| Rumah Makan        | 35.94                                |
| Buah               | 38.45                                |
| Sayuran Buah       | 43.77                                |
| Sayuran daun       | 47.88                                |

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa pada umur 20 hari, rerata persentase konsumsi pakan maggot dengan perlakuan sayuran daun memiliki tingkat persentase konsumsi pakan sebanyak 47.88%. Rerata persentase konsumsi pakan dengan perlakuan sayuran buah memiliki tingkat persentase konsumsi pakan sebanyak 43.77%. Rerata persentase konsumsi pakan dengan perlakuan buah memiliki tingkat persentase konsumsi pakan sebanyak 38.45%. Rerata persentase konsumsi pakan dengan perlakuan kotoran puyuh memiliki persentase tingkat konsumsi pakan sebanyak 35.78%. Rerata persentase konsumsi pakan dengan perlakuan rumah makan memiliki tingkat persentase konsumsi pakan sebanyak 35.94%.

Persentase konsumsi pakan meningkat dari hari ke-1 hingga ke-10 dan menurun dari hari ke-11 hingga ke-20. Penurunan ini disebabkan beberapa maggot memasuki tahap pra-pupa dan berubah menjadi lalat. Selama tahap prapupa, maggot berhenti makan dan menggunakan lemak tubuh sebagai sumber energi (Diener et al., 2009). Tinggi atau rendahnya tingkat daur ulang limbah oleh maggot sangat dipengaruhi oleh kadar air media, dengan pertumbuhan optimal terjadi pada media dengan kadar air di atas 70% (Nugraha, 2015) kondisi media pertumbuhan/pakan/makanan maggot dengan kadar air yang tinggi dapat menyebabkan kondisi anaerobi (SARAGI, 2015).

#### **Laju Pertumbuhan/Berat Maggot (*Hermetia illucens*)**

Hasil analisis keragaman lampiran 2 tabel d menunjukkan bahwa perlakuan berbagai jenis pakan maggot tidak berpengaruh nyata pada laju pertumbuhan/berat maggot. Rerata pada laju pertumbuhan/berat maggot disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rerata laju pertumbuhan maggot (berat maggot) pada perlakuan berbagai jenis pakan sampai umur 20 hari.

| Jenis Pakan   | Laju Pertumbuhan/Ekor (mg) |
|---------------|----------------------------|
| Sayur Buah    | 174.6                      |
| Buah          | 200.2                      |
| Rumah Makan   | 210.4                      |
| Sayur Daun    | 212.0                      |
| Kotoran Puyuh | 214.8                      |

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan/berat maggot pada umur 20 hari dengan rerata perlakuan sayuran daun memiliki laju pertumbuhan/berat maggot sebanyak 212.0 mg. Rerata laju pertumbuhan/berat maggot dengan perlakuan sayuran buah memiliki tingkat laju pertumbuhan/berat maggot sebanyak 174.6 mg. Rerata laju pertumbuhan/berat maggot dengan perlakuan buah memiliki tingkat laju pertumbuhan/berat maggot sebanyak 200.2 mg. Rerata laju pertumbuhan/berat maggot dengan perlakuan kotoran puyuh memiliki tingkat laju pertumbuhan/berat maggot sebanyak 214.8 mg. Rerata laju pertumbuhan/berat maggot dengan perlakuan rumah makan memiliki tingkat laju pertumbuhan/berat maggot sebanyak 210.4 mg.

Angka tersebut tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya (Nugraha, 2019) tertinggi diperoleh pada reaktor S3 (100 mg/maggot/hari) yaitu 93,6 mg/maggot. (Hakim et al., 2017) yang menemukan rata-rata berat maggot umur 6 hari adalah 2,4 mg per ekor. Maggot tersebut terus berkembang hingga seluruh maggot menjadi pupa. Pada tahap ini aktivitas makan maggot menurun. Bahkan ketika jumlah makanan maggot berkurang, aktivitas metabolisme di dalam tubuh maggot tetap berjalan dengan menggunakan cadangan lemak yang disimpan di dalam tubuh maggot (Diener et al., 2011). Maggot tersebut terus berkembang hingga seluruh maggot menjadi pupa. Pada tahap ini aktivitas makan maggot menurun. Bahkan ketika jumlah makanan maggot berkurang, aktivitas metabolisme di dalam tubuh maggot tetap berjalan dengan menggunakan cadangan lemak yang disimpan di dalam tubuh maggot (Diener et al., 2011). Hal ini berbanding lurus dengan penambahan berat badan maggot yang terus tumbuh. Jika suhu terlalu tinggi, maggot akan meninggalkan tempat makannya dan mencari lokasi yang lebih sejuk. Jika suhu terlalu dingin, metabolisme maggot akan melambat sehingga menyebabkan makan lebih sedikit dan pertumbuhannya lebih lambat (Nugraha, 2015).

#### Tingkat bertahan hidup maggot (*Hermetia illucens*)

Hasil analisis keragaman lampiran 2 tabel e menunjukkan bahwa perlakuan berbagai jenis pakan maggot tidak berpengaruh nyata pada tingkat bertahan hidup maggot. Rerata tingkat bertahan hidup maggot disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Rerata tingkat bertahan hidup maggot pada perlakuan berbagai jenis pakan sampai umur 20 hari.

| Jenis Pakan   | Tingkat bertahan hidup/Ekor |
|---------------|-----------------------------|
| Sayur Daun    | 21                          |
| Rumah Makan   | 25                          |
| Sayur Buah    | 27                          |
| Buah          | 29                          |
| Kotoran Puyuh | 45                          |

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa tingkat bertahan hidup maggot pada umur ke 20 hari dengan perlakuan sayuran daun memiliki rerata tingkat bertahan hidup maggot sebanyak 21 ekor. Rerata tingkat bertahan hidup maggot dengan perlakuan sayuran buah memiliki tingkat bertahan hidup maggot sebanyak 27 ekor. Rerata tingkat bertahan hidup maggot dengan perlakuan buah memiliki tingkat bertahan hidup maggot sebanyak 29 ekor. Rerata tingkat bertahan hidup maggot dengan perlakuan kotoran puyuh memiliki tingkat bertahan hidup maggot sebanyak 45 ekor. Rerata tingkat bertahan hidup maggot dengan perlakuan rumah makan memiliki tingkat bertahan hidup maggot sebanyak 25 ekor.

Menurut (Rofi et al., 2021) pertumbuhan maggot dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal seperti ketersediaan makanan dan suhu media pemeliharaan. Maggot memakan apa saja yang mereka suka sepanjang hidupnya. Oleh karena itu, persediaan makanan harus dijaga. Ketika makanan di media pertumbuhan habis, maggot BSF akan mencari di tempat lain. Ini juga salah satu penyebab kematian. Penelitian (Saragi, 2015) menemukan bahwa angka kematian di antara subjek penelitian mencapai 50%. Hal ini disebabkan oleh intoleransi terhadap pakan yang diberikan kepada maggot. Penelitian (Rofi et al., 2021) menyebutkan bahwa penyebab kematian terbanyak yang diteliti adalah karena medium shortage sehingga kelembaban dalam reaktor cukup tinggi. Nilai SR terendah dicapai dengan pakan sayuran. Sebab, memberi pakan sayuran yang busuk akan mengakibatkan kadar air tinggi, yang akan menyebabkan kematian massal. Jika terdapat terlalu banyak kelembaban dalam reaktor, maggot akan berhenti memakan makanan yang disediakan dan akan mencari area yang lebih kering.

Pemberian berbagai jenis pakan tidak memberikan perbedaan nyata pada parameter konsumsi sampah, indeks pengurangan limbah (*WRI*), laju pertumbuhan maggot (berat maggot), tingkat bertahan hidup dan sisa pakan. Pada hari ke 0 maggot masih beradaptasi pada lingkungan dan belum memakan pakan yang diberikan, pakan sayuran daun yang diberikan pada hari ke 0 yaitu sayuran sawi hijau, kol, dan daun seledri. Pakan sayuran buah yang diberikan pada hari ke 0 yaitu timun, dan terong, tomat. Pakan buah yang diberikan pada hari ke 0 yaitu magga, buah naga, dan jeruk. Pakan kotoran puyuh dan rumah makan.

Pengamatan hari ke 1 sampai ke 5 maggot telah beradaptasi dengan lingkungannya dan memakan pakan yang di berikan. Pada hari ke 5 pakan maggot diganti dengan pakan yang baru, Pakan sayuran daun yang diberikan yaitu sayuran sawi hijau, kol, salada dan pakcoy. Pakan sayuran buah yang diberikan yaitu timun, terong, dan tomat. Pakan buah yang diberikan pada yaitu magga, alpukat, apel dan jeruk. Pakan kotoran puyuh dan rumah makan.

Pengamatan hari ke 6 sampai ke 10 maggot telah beradaptasi dengan lingkungannya dan memakan pakan yang di berikan. Pada hari ke 10 pakan maggot diganti dengan pakan yang baru, Pakan sayuran daun yang diberikan yaitu sayuran sawi hijau, kol, dan salada. Pakan sayuran buah yang diberikan yaitu timun, terong, dan tomat. Pakan buah yang diberikan pada yaitu magga, naga dan jeruk. Pakan kotoran puyuh dan rumah makan.

Pengamatan hari ke 11 sampai ke 15 maggot telah beradaptasi dengan lingkungannya dan memakan pakan yang di berikan. Pada hari ke 15 pakan maggot diganti dengan pakan yang baru, Pakan sayuran daun yang diberikan yaitu sayuran pakcoy, kol, dan salada. Pakan sayuran buah yang diberikan yaitu timun, terong, dan tomat. Pakan buah yang diberikan pada yaitu magga, naga pepaya dan semangka. Pakan kotoran puyuh dan rumah makan.

Pengamatan hari ke 16 sampai ke 20 maggot telah beradaptasi dengan lingkungannya dan memakan pakan yang di berikan. Penurunan berat badan maggot terjadi karena tingkat bertahan hidup maggot banyak mengalami kematian dan banyak pre pupa mencari tempat yang lebih kering, yang menyebabkan berat maggot menjadi berkurang dari hari ke 16 sampai hari ke 20, pada perlakuan sayuran buah dan kotoran puyuh.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jenis pakan tidak berpengaruh nyata terhadap indeks pengurangan sampah dengan nilai indeks pengurangan sampah terbaik pada jenis pakan sayuran daun sebanyak 9.58%.
2. Jenis pakan yang paling banyak dan paling cepat diuraikan oleh maggot BSF adalah sayuran daun dengan rata-rata sisa pakan sebanyak 55.66 g.
3. Jenis pakan tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan maggot dengan nilai laju pertumbuhan maggot terbaik pada jenis pakan kotoran puyuh sebanyak 214.8 mg/ekor.
4. Jenis pakan tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat bertahan hidup maggot BSF dengan nilai tingkat bertahan hidup maggot terbaik pada jenis pakan kotoran puyuh sebanyak 45 ekor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bastiaans, M. J. (1984). *New Class Of Uncertainty Relations For Partially Coherent Light*. 13th Congress Of The International Commission For Optics, Optics In Modern Science And Technology, Conference Digest, 638–639. <https://doi.org/10.1364/Josaa.1.000711>
- Diener, S., Zurbrugg, C., & Tockner, K. (2009). *Conversion Of Organic Material By Black Soldier Fly Larvae: Establishing Optimal Feeding Rates*. *Waste Management And Research*, 27(6), 603–610. <https://doi.org/10.1177/0734242x09103838>
- Diener, S., Studt Solano, N. M., Roa Gutiérrez, F., Zurbrugg, C., & Tockner, K. (2011). *Biological Treatment Of Municipal Organic Waste Using Black Soldier Fly Larvae*. *Waste And Biomass Valorization*, 2(4), 357–363. <https://doi.org/10.1007/S12649-011-9079-1>
- Dortmans, B., Egger, J., Diener, S., & Zurbrugg, C. (2021). *Proses Pengelolaan Sampah Organik Dengan Black Soldier Fly (Bsf): Panduan Langkah-Langkah Lengkap Edisi Kedua*.
- Hakim, A. R., Prasetya, A., & Petrus, H. T. B. M. (2017). *Studi Laju Umpan Pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva Hermetia Illucens*. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 12(2), 179–192. <https://doi.org/10.15578/Jpbkp.V12i2.469>
- Masrufah, A., Afkar, K., Fawaid, A. S., Alvarizi, D. W., Khoiriyah, L., Khoiriyah, M., Kafi, M. A., Faradilla, R. S., Amsah, R., Hidayah, N. N., Salsabella, A., Nazwa, D. A. R., Fadila, S. N., Sari, U. E. K., Naim, F. I., Itsnaini, S. N. R., & Ramadhan, M. N. (2020). *Budidaya Maggot Bsf (Black Soldier Fly) Sebagai Pakan Alternatif Ikan Lele (Clarias Batracus) Di Desa Candipari, Sidoarjo Pada Program Holistik Pembinaan Dan Pemberdayaan Desa (Php2d)*. *Journal Of Science And Social Development*, 3(2), 10–16. <https://doi.org/10.55732/Jossd.V3i2.383>
- Nugraha, F. A. (2015). *Analisis Laju Penguraian Dan Hasil Kompos Pada Pengolahan Sampah Sayur Dengan Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)*. 1–11. <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/16344>
- Pangestu, W. (2017). *Produksi Larva Black Soldier Fly ( Hermetia Illucens ) Dari Limbah Kulit Pisang Dan Limbah Nangka Muda*. Tesis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-2 Program Studi Magister Teknik Sistem Diajukan Oleh : Gajah Mada.
- Rofi, D. Y., Auvaria, S. W., Nengse, S., Oktorina, S., & Yusrianti, Y. (2021). *Modifikasi Pakan Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Sebagai Upaya Percepatan Reduksi Sampah Buah Dan Sayuran*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 130–137. <https://doi.org/10.29122/Jtl.V22i1.4297>
- Saragi, E. S. (2015). *Penentuan Optimal Feeding Rate Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Dalam Mereduksi Sampah Organik Pasar* (Vol. 151) [Institut Teknologi Sepuluh Nopember.]. <http://repository.its.ac.id/Id/Eprint/71147>