

Efektivitas Pengelolaan Sampah Organik Dengan Larva *Black Soldier Fly*

Rakhel Maulidinatul Kofsoh, Anindya Hapsari*, Muhammad Al-Irsyad, Djoko Kustono

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: anindya.hapsari.fik@um.ac.id

Paper received: 16-8-2023; revised: 22-9-2023; accepted: 26-9-2023

Abstract

According to the 2022 National Waste Management Information System, Indonesia's waste total reaches 18,259,210.61 tons/year with organic waste were the highest composition. The largest organic waste disposal is landfilled at the Final Disposal Site. The results showed that service life of the facility is getting shorter. Therefore, an alternative was needed to minimize. One of them using Black Soldier Fly Larvae. This research aims to determine the effectiveness of organic waste management with BSF larvae by calculating whether or not there is an effect of the number of BSF larvae on the parameters Total Waste Used, Waste Reduction Index, and Residue Waste Measurement. Research method used completely randomized design experiment involving food waste & organic waste with four treatments. Treatment 1, 20 grams larvae with 1000 grams of waste. Treatment 2, 40 grams larvae with 2000 grams of waste. Treatment 3, 60 grams of larvae given 3000 grams of waste. Treatment 4 is waste control treatment without larvae. Data were analyzed using the Kruskal-Wallis test. The results showed there was a significant influence between the number of larvae and the parameters of Total Waste Used, Waste Reduction Index and Measurement of Waste Residue. So, organic waste management using BSF larvae has proven to be effective.

Keywords: black soldier fly; effectiveness; organic trash

Abstrak

Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2022, total timbulan sampah di Negara Indonesia mencapai 18.259.210,61 ton/tahun dengan komposisi paling banyak ialah sampah organik. Pembuangan sampah organik terbesar ditimbun di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Akibatnya, berat dan umur penggunaan fasilitas menjadi semakin pendek. Maka dari itu, dibutuhkan alternatif untuk meminimalisir jumlahnya. Salah satunya dengan menggunakan Larva Black Soldier Fly (BSF). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektivitas pengelolaan sampah organik dengan larva BSF dengan menghitung ada tidaknya pengaruh jumlah larva BSF terhadap parameter Total Sampah yang Digunakan, Indeks Pengurangan Sampah (*Waste Reduction Index*), dan Pengukuran Sampah Residu. Metode penelitian yaitu dengan eksperimen Rancangan Acak Lengkap menggunakan sampah organik sisa makanan dengan empat perlakuan berbeda. Perlakuan 1 yaitu larva 20 gram diberikan sampah sebanyak 1000 gram. Perlakuan 2 yaitu larva 40 gram diberi sampah sebanyak 2000 gram. Perlakuan 3 ialah larva 60 gram diberikan sampah sebanyak 3000 gram. Perlakuan 4 yaitu perlakuan kontrol sampah tanpa diberi larva. Teknik analisis data menggunakan uji Kruskal-Wallis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara jumlah larva dengan parameter Total Sampah yang Digunakan, Indeks Pengurangan Sampah (*Waste Reduction Index*), dan Pengukuran Residu Sampah. Sehingga, pengelolaan sampah organik menggunakan larva BSF terbukti efektif.

Kata kunci: black soldier fly; efektivitas; sampah organik

1. Pendahuluan

Permasalahan mengenai sampah tidak akan pernah ada habisnya. Di seluruh penjuru dunia, hampir semua negara yang ada, pasti mengalami masalah sampah. Dalam data Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2020 menyebutkan bahwa Indonesia termasuk salah

satu negara yang menghasilkan sampah paling banyak di Asia. Pada tahun 2021, *Food and Horticulture Association* (FAO) atau Asosiasi Pangan dan Pertanian Dunia menilai bahwa limbah pangan dari keluarga, kawasan bisnis, dan bisnis pangan (restoran) mencapai angka 931 juta ton/tahun. Dari data tersebut, limbah makanan terutama dari rumah tangga menyumbang 60% (570 juta ton) dari semua limbah (Hartono et al., 2021).

Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) di Indonesia, timbulan sampah pada tahun 2022 lalu yaitu mencapai 18.259.210,61 ton/tahun dengan komposisi sampah yang paling banyak ialah sampah organik, terutama dari sampah rumah tangga berupa sisa makanan. Diketahui bahwa negara Indonesia menghasilkan 175.000 ton sampah setiap hari, dengan 69% dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), 10% dikubur, 7% dikomposkan atau didaur ulang, 5% dibakar, dan 7% tidak dikelola (Nugraha et al., 2018). Dari data tersebut, hingga saat ini, pengelolaan sampah masih terkonsentrasi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) tanpa melalui proses *Reduce*, *Recycle*, dan *Reuse* di sumber sampah dengan mengikutsertakan kerjasama warga sekitar (Nisa et al., 2022). Terdapat beberapa pedagang khususnya di pasar yang memanfaatkan kembali sisa sampah organik hasil berjualan dengan digunakan sebagai pakan ternak, namun masih sedikit yang menerapkannya (Windanastiti et al., 2021). Maka dari itu, kondisi tersebut yang menyebabkan faktor utama beban di TPA menjadi berat dan umur penggunaan fasilitas tersebut semakin pendek (Suyanto et al., 2015). Jenis sampah yang paling banyak ditemukan di TPA ialah sampah organik dari rumah tangga seperti dedaunan, jerami, rerumputan, sisa-sisa sayur, dan buah. Sampah organik sendiri dibagi menjadi sampah organik kering dan basah (Wiryo et al., 2020). Sampah organik ini berasal dari makhluk hidup, baik hewan, manusia, dan tumbuhan di sekitar. Karena sampah organik tersusun dari senyawa organik, maka ia bersifat *degradable* atau mudah terurai (Elsaday, 2021).

Umumnya, degradasi sampah organik secara alami termasuk mudah, akan tetapi waktu yang dibutuhkan cukup lama. Prosesnya pun memerlukan bantuan mikroorganisme (Darmawan & Prasetya, 2017). Banyak masalah yang dapat diakibatkan oleh limbah organik dalam jumlah besar seperti peningkatan bau busuk, lokasi pembuangan menjadi tidak memadai, pelepasan air lindi, dan emisi gas metana (Khaer et al., 2021). Berdasarkan permasalahan tersebut, pengelolaan sampah organik harus cukup efektif dan berkelanjutan. Efektif ialah sebuah usaha untuk mendapatkan tujuan, hasil dan target yang diharapkan dengan tepat waktu. Sedangkan efektivitas yaitu suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas, kualitas dan waktu) telah tercapai (Wayan et al., 2019). Sehingga bisa disimpulkan bahwa suatu pekerjaan dapat dikatakan efektif jika tujuan yang ditetapkan sebelumnya berhasil untuk dicapai. Tujuan pengelolaan yang bersifat efektif tersebut yakni untuk mengurangi sebagian besar sampah organik yang masuk ke TPA dan mengurangi biaya pengolahan lindi dan gas metana. Solusi berupa terobosan baru dalam pengelolaan sampah organik ialah salah satunya dengan memanfaatkan Larva *Black Soldier Fly* (BSF) sebagai agen untuk mengurai sampah organik. Teknologi tersebut merupakan salah satu bentuk nyata pengelolaan sampah melalui konsep 3R dalam rangka meminimalkan volume sampah organik yang berasal dari sumbernya.

Menurut Khaer et al. (2021), meminimalisir atau mereduksi jumlah timbulan sampah dapat memanfaatkan larva BSF (*Hermetia Illucens*). Tak hanya itu, larva BSF juga dapat mengurangi bau menyengat dari pembusukan sampah organik (Oktavia & Rosariawari, 2020). Kelebihan dalam pemanfaatan teknologi BSF ini yakni dapat membantu dan mengurangi

jumlah sampah organik hingga 80%, sebab sampah tersebut merupakan makanan untuk larva. Lalat dari larva ini sama sekali berbeda dengan lalat rumah, yaitu tidak akan menjadi vektor penyakit (Silalahi et al., 2022). Lalat dengan jenis lainnya dapat menyebabkan kontaminasi pada makanan dan minuman, serta menjadi vektor penyebab penyakit yang dapat membahayakan manusia (Al-Irsyad & Deniati, 2021).

Kemudian pada penelitian Jatmiko (2021), peneliti menggunakan berbagai macam sampah organik berupa sampah sayur dan buah yang tidak dipilah atau dipilih terlebih dahulu. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa sampah sayur dan buah kurang nutrisinya untuk larva BSF. Dari hasil tersebut, peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan variasi sampah organik yang memiliki kandungan protein tinggi seperti sampah makanan. Hal ini berguna bagi larva agar ternutrisi dengan baik guna meningkatkan kinerjanya dalam mengolah sampah organik. Sedangkan pada penelitian Monita et al. (2017), peneliti menggunakan sejumlah telur larva BSF tanpa memperkirakan berapa banyak sampah organik yang dibutuhkan. Kemudian pada akhir penelitian, peneliti menyarankan agar ada penelitian terhadap jumlah optimal larva BSF yang dibutuhkan untuk jumlah total sampah organik sebagai perkiraan pada penelitian-penelitian selanjutnya. Maka dari itu, dengan latar belakang diatas, penulis ingin mengetahui berapa banyak dan berapa lama sampah organik dapat terurai menjadi residu menggunakan larva BSF (maggot). Sehingga peneliti memilih judul penelitian “Efektivitas Pengelolaan Sampah Organik dengan Larva *Black Soldier Fly*”.

2. Metode

Laju penguraian sampah dipengaruhi 2 faktor. Berdasarkan penelitian (Fakhri Ramadhan, 2020), faktor yang pertama yakni dari proses dekomposisi sampah yang terdiri dari rasio C/N, ukuran partikel, aerasi, porositas, kelembaban, *temperature*/suhu, pH, kandungan hara (jenis sampah), dan kandungan-kandungan berbahaya. Berikutnya ialah faktor luar dari dekomposer larva *Black Soldier Fly* sendiri yaitu *feeding rate* (konsumsi umpan) yang mana dapat memengaruhi laju penguraian sampah menurut penelitian Hartono et al., (2021). Dalam penelitian Monita et al., (2017), disarankan untuk mengkaji lebih detail pengaruh dari jumlah larva yang dibutuhkan untuk mengolah sampah organik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui lebih jelas mengenai laju penguraian sampah organik yang dilihat dari parameter pengukuran total sampah yang digunakan, indeks pengurangan sampah, dan pengukuran residu dekomposisi sampah sesuai dengan penelitian Salman et al., (2020) dan Zahroh et al., (2020). Parameter ini akan menunjukkan apakah pengelolaan sampah organik memang benar terbukti efektif atau sebaliknya.

Pengamatan dan analisis mengenai efektivitas pengelolaan sampah organik dengan larva BSF akan memakai beberapa parameter. Yaitu parameter Total Sampah yang Digunakan, Indeks Pengurangan Sampah (*Waste Reduction Index*), dan Sampah Residu. Penentuan parameter ini berdasarkan penelitian sebelumnya seperti penjelasan di atas. Penelitian ini berjenis penelitian eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat dua kelompok eksperimen yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Kelompok kontrol yaitu kelompok sampah organik berupa sisa makanan tanpa pemberian larva *Black Soldier Fly*, sedangkan kelompok perlakuan ialah kelompok sampah sisa makanan yang diberikan larva *Black Soldier Fly* dengan tiga variasi jumlah larva. Dalam penelitian ini sampah yang digunakan ialah sampah organik berupa sisa makanan. Pemilihan jenis sampah ini didasarkan pada penelitian sebelumnya dikarenakan pada sampah sisa makanan terdapat berbagai jenis sampah atau beragam, hal tersebut baik bagi larva BSF untuk mendapatkan komposisi nutrisi yang lebih lengkap (Haryandi & Nur Izzy, 2020).

Kemudian untuk penentuan jumlah larva sendiri, didasarkan pada penelitian terdahulu oleh Rohma et al. (2021), dimana untuk sampah organik dengan komposisi beragam akan lebih optimal dengan asumsi jumlah larva 40 gram untuk volume sampah sekitar 2 kg. Sehingga peneliti menentukan perkiraan jumlah larva untuk kelompok perlakuan adalah:

1. Perlakuan 1 : sampah organik sisa makanan sebanyak 1000 gram diberi larva BSF 20 gram
2. Perlakuan 2 : sampah organik sisa makanan sebanyak 2000 gram diberi larva BSF 40 gram
3. Perlakuan 3 : sampah organik sisa makanan sebanyak 3000 gram diberi larva BSF 60 gram
4. Perlakuan 4 (kontrol) : sampah organik sisa makanan tanpa larva BSF sebanyak 2000 gram

Sehingga, variabel bebas dalam penelitian ini ialah jumlah larva BSF. Untuk variabel terikatnya adalah Total Sampah yang Digunakan, Indeks Pengurangan Sampah (*Waste Reduction Index*), dan Residu Sampah. Variabel Total Sampah dan Sampah Residu diukur dengan manual. Sedangkan untuk *WRI* menggunakan rumus yang sudah ditetapkan sebagai berikut:

$$WRI = \frac{D}{t} \times 100 \qquad D = \frac{W-R}{W}$$

Keterangan:

WRI = Indeks Pengurangan Limbah (*Waste Reduction Index*) (%/hari)

W : jumlah sampah total (g)

t : total waktu larva memakan sampah (hari)

R : sisa total sampah setelah waktu tertentu (g)

D : penurunan total sampah

Penelitian ini bertempat di Nganjuk, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2023. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa 4 buah baskom plastik, *hand glove*, timbangan digital, kertas label, sendok plastik, dan alat tulis. Untuk bahan yang dibutuhkan ialah telur larva BSF dan sampah organik sisa makanan. Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan pengamatan, serta tahap pengolahan data. Tahap persiapan dimulai dari pembelian telur BSF di peternak lalu menyiapkan media penetasan telur-pupa. Setelah penetasan, larva BSF dipelihara selama 7 hari barulah kemudian dilakukan penelitian. Pada tahap pelaksanaan penelitian, akan dilakukan pengamatan larva BSF berumur 7 hari terhadap variabel-variabel yang telah ditentukan. Larva tersebut akan dipindahkan ke bak plastik sesuai jumlah yang telah ditentukan (20,40,60 gram). Pada tiap-tiap bak akan diberikan pakan sesuai dengan jumlah optimal. Pemberian pakan dilakukan maksimal 3 kali sehari untuk menghindari stress larva serta dilihat dari berkurangnya pakan. Pemberian pakan ini diberikan setiap hari hingga seluruh larva berada pada tahap pupa. Dari pengamatan tersebut didapatkan hasil berupa data kuantitatif yang akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data diolah menggunakan program *software* SPSS. Kemudian dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis. Data uji Kruskal-wallis dapat dikatakan terdapat perbedaan jika hasil menunjukkan nilai signifikansi ($p < 0,05$).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Larva *Black Soldier Fly*

Larva BSF atau dalam nama ilmiah yaitu *Hemafia illucens L.* memiliki klasifikasi taksonomi sebagai berikut:

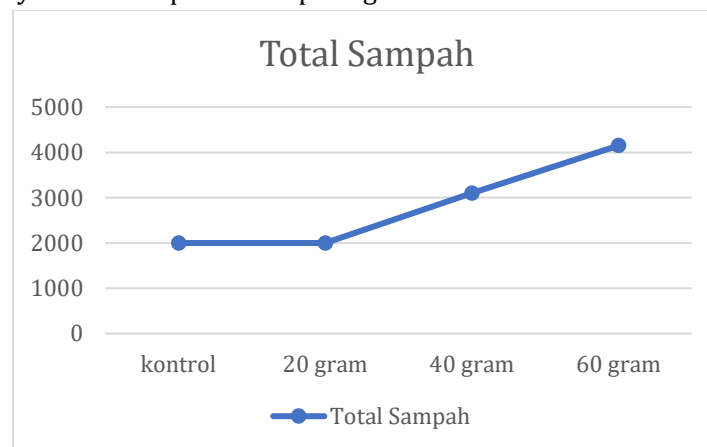
Tabel 1. Klasifikasi Taksonomi *Hemafia illucens L.*

Kerajaan:	Animalia
Filum:	Arthropoda
Kelas:	Serangga
Ordo:	Diptera
Familia:	Stratiomyidae
Subfamili:	Hermatiinae
Genus:	Hemafia
Spesies:	Hemafia illucens

Black Soldier Fly (BSF) memiliki siklus hidup total keseluruhan yaitu berminggu-minggu sampai beberapa bulan, tergantung suhu sekitarnya, kualitas dan banyak makanannya (Izzatusholekha et al., 2022). Siklus hidup lalat ini dari telur hingga menjadi lalat dewasa berlangsung sekitar 40-43 hari, hal ini dipengaruhi oleh keadaan lingkungan dan media untuk makanan (Hartati et al., 2021). Kemampuannya mengurai substrat organik terkait dengan adanya kandungan bakteri pada saluran pencernaan menjadikan larva BSF memanfaatkan limbah organik sebagai sumber makanannya. Berdasarkan kemampuan lebih tersebut, larva BSF akan menguntungkan dan potensial apabila dimanfaatkan untuk media pengurai sampah organik. Tak hanya itu, larva ini juga dapat menanggulangi permasalahan dalam proses pengolahan sampah organik (Nofiyanti et al., 2021).

3.2. Total Sampah Yang Digunakan

Parameter total sampah ini telah ditentukan perkiraannya sebelum eksperimen dilakukan seperti pada penjelasan di bagian metode penelitian. Namun, selama penelitian, parameter ini diamati dari pakan yang diberikan sejak hari pertama pelaksanaan penelitian hingga akhir dengan menghitung menggunakan timbangan saat akan memberi pakan ke masing-masing perlakuan. Pada akhir penelitian, data yang diperoleh dijumlahkan dan dicatat. Dari data tersebut, terlihat bahwa sampah organik yang dibutuhkan masing-masing perlakuan bervariasi jumlahnya. Hal ini dapat dilihat pada grafik di bawah.



Grafik 1. Hasil Total Sampah

Pada grafik 1 di atas, perlakuan kontrol memang menggunakan sampah sejumlah 2000 gram pada perkiraan penentuan jumlah sampah yang akan digunakan. Kemudian pada perlakuan jumlah larva BSF 20 gram dapat menghabiskan 2000 gram sampah organik. Untuk perlakuan 40 gram sebanyak 3100 gram sampah. Sedangkan pada perlakuan 60 gram, dibutuhkan 4150 gram sampah organik. Menurut penelitian Auliani et al. (2021), larva BSF memang mampu melahap habis sampah organik hingga 80% dari total keseluruhan sampah yang digunakan. Dilihat dari grafik, jumlah sampah organik yang dibutuhkan larva menyesuaikan atau urut dengan kebutuhan jumlah perlakuan larva BSF. Dengan kata lain, total sampah organik berbanding lurus dengan jumlah larva BSF. Pada penelitian Rohma et al. (2021), dijelaskan bahwa jumlah optimal sampah yang dibutuhkan 40 gram larva sekitar 2 kilogram. Apabila dilihat di grafik parameter residu sampah pada akhir bagian pembahasan, hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini.

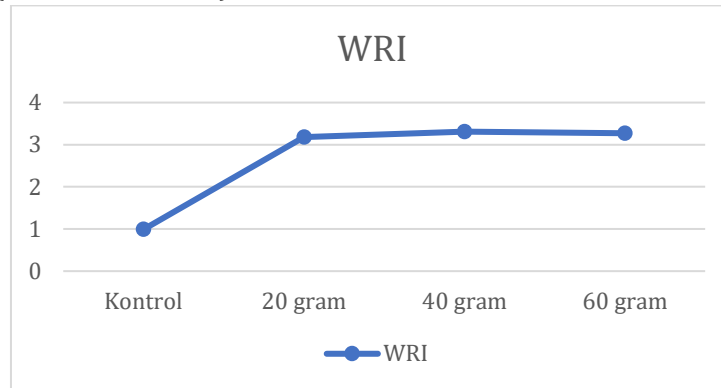
Namun, hasil ini berbeda atau tidak sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu seperti penelitian Putra and Ariesmayana (2020) yang menyatakan bahwa dengan 100 gram larva BSF dapat mengurai 250 gram sampah organik. Perbedaan ini disebabkan oleh penggunaan sampah organik yang diolah oleh larva BSF yaitu sampah daging ayam dan sampah sayuran. Lalu pada penelitian Khaer et al. (2021), proses penguraian menggunakan sampah organik sebanyak 10 kilogram, telah dicacah, dan terdiri dari limbah makanan sebanyak 4 kilogram, limbah buah 4 kg, dan limbah daun kering sejumlah 2 kg. Dibutuhkan kurang lebih sebanyak 500 larva BSF untuk mengurainya sampai habis. Kemudian pada penelitian Salman et al. (2020), total sampah yang terurai oleh larva BSF sebanyak 8122,1 gram sampel sampah rumah tangga, lalu 1859,7 gram sampel sampah melon, 1320,3 gram sampel sampah sawi putih dan 1683,3 gram sampel ampas tahu. Namun, sangat disayangkan, kekurangan pada penelitian tersebut yakni tidak menyebutkan berapa banyak larva BSF yang digunakan untuk mengurai sampah organik. sehingga tidak dapat diketahui apakah jumlah larva memengaruhi parameter ini.

Perbedaan yang ditemukan pada hasil penelitian di atas tentunya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang paling terlihat jelas dari penjelasan di atas yaitu jenis sampah. Pada tiap penelitian, sampah organik yang digunakan atau proses penguraian sampah, menggunakan sampah yang berbeda-beda. Perlu digarisbawahi bahwa tiap jenis sampah memiliki karakteristiknya sendiri-sendiri. Pada penelitian ini, sampah organik yang digunakan yakni sampah sisa makanan, yang mana telah dijelaskan pada bagian metode penelitian, sampah tersebut sangat disukai oleh larva karena banyak mengandung nutrisi. Selama penelitian, larva lebih menyukai memakan sampah dengan tekstur tidak terlalu kering, pun tidak terlalu basah. Sifat 'rakus' larva sangat terlihat dibuktikan dengan pemberian pakan hingga tiga kali per hari selama penelitian berlangsung. Setiap harinya, larva tersebut memakan sampah organik sangat lahap dengan satu larva rata-rata menghabiskan sampah sebanyak 100 gram per sekali diberikan pakan.

3.3. Indeks Pengurangan Sampah (*Waste Reduction Index*)

Indeks pengurangan sampah ialah parameter yang memperlihatkan tingkat pengurangan sampah sepanjang periode pemberian pakan. Dalam penelitian ini, periode pemberian pakan yaitu selama 25 hari. Pada penelitian Dewi, Madrini, and Tika (2021), persen pengurangan atau reduksi sampah merupakan salah satu indikator untuk mengukur efektivitas pengelolaan sampah yang menunjukkan tinggi rendahnya efektivitas. Dikatakan,

nilai WRI yang tinggi menunjukkan bahwa larva BSF memiliki kemampuan mereduksi sampah yang tinggi pula (Hakim et al., 2017).



Grafik 2. Hasil Waste Reduction Index

Berdasarkan penelitian, pada kelompok kontrol, nilai WRI sangatlah rendah yaitu 0,99%/hari. Kemudian nilai WRI tertinggi terdapat pada perlakuan jumlah larva 40 gram sebesar 3,31%/hari. Sedangkan untuk nilai terendah kelompok perlakuan terdapat pada perlakuan jumlah larva 20 gram yaitu 3.18%/hari. Dengan kata lain, WRI total selama 25 hari penelitian sudah >75%. Angka tersebut merupakan angka yang cukup tinggi dan tentunya sejalan apabila dilihat dari penelitian-penelitian sebelumnya. Contohnya pada penelitian Salman et al. (2020) berhasil menguraikan sampah organik dengan jumlah persentasenya sebesar 74,6% hingga 87,1%. Nilai WRI ini juga menandakan efisiensi dari larva BSF dalam mereduksi substrat organik. Atau dengan kata lain, WRI menunjukkan efektivitas waktu yang diperlukan untuk mereduksi sampah tersebut (Supriyatna & Putra, 2017)

Namun, pada penelitian Zahroh et al. (2020), yang menggunakan sampah campuran, nilai WRI tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan buah 80%:sayur 20% yaitu sebesar 6,4%/hari. Untuk kelompok perlakuan buah 20%:sayur 80% sebesar 6,3%/hari. Dan pada perlakuan buah 35%:sayur 65% memiliki nilai paling rendah yaitu dengan rata-rata 6,2%/hari. Dilihat dari hasil ini, maka penelitian tersebut tidak sejalan dengan penelitian ini. Sedangkan pada penelitian Hartono et al. (2021), persentase reduksi sampah atau WRI paling tinggi yaitu sebesar total 81,98%. Angka tersebut diperoleh dari komposisi sampah sisa makanan dengan sampah sayur. Hal ini sejalan dengan penelitian, yakni sampah makanan memang terbukti sampah yang paling banyak nutrisinya sehingga dapat memaksimalkan penguraian sampah organik.

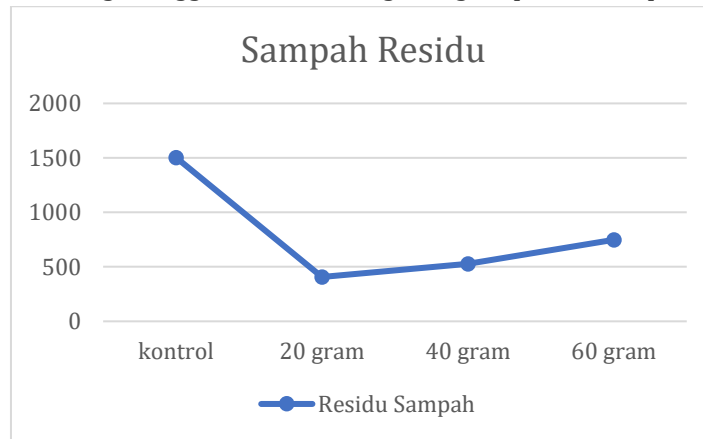
Kemudian, dari grafik di atas, dapat dilihat pula bahwa jumlah larva tidak berbanding lurus dengan nilai *Waste Reduction Index* (WRI). Hal ini dapat disebabkan beberapa hal, seperti dari segi jumlah pakan yang diberikan. Pada penelitian Haryandi and Nur Izzy (2020), disebutkan bahwa sampah dalam jumlah yang banyak akan menyebabkan larva lebih sulit dan lama untuk mereduksi sampah organik. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan larva 60 gram. Diketahui pula bahwa jumlah pakan yang diberikan pada perlakuan 40 gram dapat dikonsumsi oleh larva BSF secara optimal dibandingkan perlakuan lain.

Parameter *Waste Reduction Index* ini sangat dipengaruhi oleh dua parameter lainnya yaitu parameter total sampah yang digunakan dan jumlah sampah residu. Pada parameter total sampah, terlihat bahwa substrat organik yang paling banyak yaitu pada perlakuan larva 60 gram, kemudian 40 gram, dan 20 gram. Sama halnya pada parameter sampah residu. Jumlah perlakuan 60 gram larva memiliki residu yang paling banyak dibandingkan perlakuan lain.

Namun, pada parameter WRI, terlihat angka hasil WRI pada perlakuan 60 gram lebih rendah dari perlakuan 40 gram. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor larva yang mengalami stress karena sampah organik yang diberikan ke kelompok perlakuan dalam jumlah yang tidak sedikit dan berturut-turut. Faktor tersebut tidak jarang ditemui juga pada penelitian lain.

3.4. Sampah Residu

Sampah residu atau residu sampah merupakan sampah yang secara terpaksa harus terbuang karena tidak dapat didaur ulang atau dimanfaatkan kembali (Larasati & Fitria, 2020). Dengan kata lain, sampah residu ialah sampah yang belum sepenuhnya terurai. Pada penelitian ini, sampah residu dihitung menggunakan timbangan digital pada akhir penelitian.



Grafik 3. Hasil Sampah Residu

Hasil sampah residu pada penelitian ini ditunjukkan dengan grafik 3 di atas. Pada kelompok kontrol, sampah residu sebesar 1503 gram yang tersisa. Untuk kelompok perlakuan 20 gram, sampah residu sebanyak 407 gram. Lalu untuk perlakuan 40 gram, sampah residu sebanyak 528 gram. Sedangkan pada perlakuan 60 gram yaitu sebanyak 748 gram. Pada parameter ini menunjukkan bahwa terbukti terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Dari hasil tersebut, dapat dilihat pula pada grafik bahwa jumlah sampah residu berbanding lurus dengan jumlah perlakuan larva, kecuali kelompok kontrol. Semakin banyak jumlah larva yang digunakan, maka semakin banyak pula sampah residu yang tersisa.

Menurut penelitian Dewi et al. (2021), semakin sedikit sampah residu yang terbuang, maka semakin besar persen reduksi sampahnya. Pada penelitian ini, sampah residu yang paling sedikit yaitu pada perlakuan 20 gram, dan yang paling banyak ialah perlakuan kontrol. Untuk tingkat reduksi sampah sendiri, dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti jumlah pemberian pakan per hari atau *feeding rate* (Saragi, 2015). Jumlah pakan atau sampah organik yang diberikan ke larva apabila diberikan jumlah yang terlalu banyak, dapat menyebabkan larva tidak betah dalam bak atau tempat tinggalnya. Apabila hal ini terjadi, dapat memungkinkan menyebabkan larva stress bahkan hingga kematian (Jatmiko, 2021).

Penguraian sampah organik menggunakan larva BSF, memang terlihat baik apabila pada akhir penelitian terdapat residu sampah (Khaer et al., 2021). Dikarenakan, residu sampah milik larva BSF berbeda dengan residu sampah organik yang didegradasi secara alami. Sampah residu pada pengolahan sampah organik menggunakan larva dinilai dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, namun tetap harus diolah terlebih dahulu (Oktavia & Rosariawari,

2020). Seperti pada penelitian Hartono et al., (2021), sampah residu yang dihasilkan oleh larva BSF belum dinyatakan layak atau belum memenuhi standar kriteria kompos.

Pada penelitian ini, jumlah hasil sampah residu termasuk sedikit apabila dibandingkan dengan penelitian lain. Jenis sampah sayuran seperti kol, wortel, dan tangkai- tangkai sayuran lain menjadi sampah yang paling banyak ditemukan pada sampah residu. Kemudian, tulang ayam dan ikan yang cukup besar, juga tidak dapat diuraikan menjadi residu butiran halus. Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa sampah organik sisa makanan yang tidak memiliki kandungan cukup air, akan kesulitan untuk diurai oleh larva BSF. Larva BSF lebih menyukai pakan organik yang mengandung cukup air dan sedikit basah. Berbeda halnya dengan perlakuan kontrol yang masih tinggi angka sampah residunya hingga akhir penelitian. Kondisi tersebut dapat dikarenakan faktor lingkungan yang tidak cukup mendukung penguraian sampah organik secara alami, yakni entah dari mikroorganisme atau dari faktor jenis sampahnya sendiri.

3.5. Laju Penguraian Sampah

Pada bagian metode, disebutkan bahwa faktor laju penguraian sampah terdiri dari dua faktor, yaitu faktor luar dan faktor alami dari sampah. Berdasarkan penelitian Fakhri (2020), faktor alami yaitu dari proses dekomposisi sampah yang terdiri dari rasio C/N , ukuran partikel, aerasi, porositas, kelembaban, temperatur/suhu, pH, kandungan hara (jenis sampah), dan kandungan-kandungan berbahaya. Sedangkan untuk faktor luar ialah faktor dari dekomposer larva *Black Soldier Fly* sendiri yaitu *feeding rate* yang mana dapat memengaruhi laju penguraian sampah menurut penelitian Hartono et al.(2021).

Berdasarkan pengamatan penelitian yang telah dilakukan, dari awal penelitian, larva berumur 7 hari sangat rakus dalam mengurai substrat organik sisa makanan. Larva BSF 20, 40, 60 gram mampu mengurai sebanyak 2000-4000 gram sampah organik dalam kurun waktu total 25 hari. Residu sampah yang dihasilkan juga kurang dari 1000 gram. Sedangkan untuk perlakuan kontrol yakni sampah tanpa larva BSF, hingga hari ke-25 pun belum sepenuhnya terurai. Residu sampah pada perlakuan kontrol masih cukup besar yaitu sebanyak 1.503 gram dari total sampah 2000 gram. Bahkan belum setengahnya terurai selama periode penelitian. Hal tersebut sesuai dengan pendapat (Rohma et al., 2021), bahwa larva BSF bisa mengurai sampah organik dimulai dari hari ke 7 hingga hari ke 40 setelah larva diberi makanan organik.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa proses penguraian sampah organik menggunakan larva BSF sangat berbeda dengan proses penguraian sampah alami tanpa larva BSF. Selain laju penguraian sampah yang relatif cepat, volume residu sampah dari larva BSF juga lebih sedikit. Dengan kata lain, larva BSF terbukti dapat meminimalisir timbulan sampah organik (Putra & Ariesmayana, 2020). Dalam penelitian Permatasari, Setiawan, and Darjati (2023), penambahan media seperti ampas tahu, EM4, dan MOL juga dapat mempercepat proses penguraian sampah organik.

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Khaer et al. (2021), yang menjelaskan bahwa waktu proses pengomposan yang dilakukan oleh larva BSF selama hidupnya ialah 14-27 hari. Kemudian hasil terbaik dari proses penguraian menggunakan larva ini dapat diketahui dari pakan atau sampah yang diberikan telah habis dan meninggalkan residu dekomposisi. Kemudian pada penelitian Ahmad et al., (2021), menyatakan bahwa larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) membutuhkan waktu 11 hari untuk mengurai substrat organik. Sedangkan

penguraian limbah organik tanpa perlakuan (kontrol) membutuhkan waktu lebih lama yakni kurang lebih selama 21 hari.

3.6. Analisis Data Statistik

Tabel 1. Hasil Analisis Data

Test Statistics ^{a,b}			
	total sampah	residu	WRI
Kruskal-Wallis H	43.941	43.468	74.000
df	2	2	2
Asymp. Sig.	.001	.001	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: jumlah larva

Analisis statistik yang telah dilakukan menggunakan *Kruskal Wallis* dimana nilai P Value pada uji tersebut menunjukkan Asymp sig, nilai P Value <0,05 dengan nilai P= 0,001 <0,05.

3.6.1 Total Sampah Yang Digunakan

Pada hasil analisis data statistik, dapat dilihat bahwa nilai Asymp Sig. menunjukkan angka 0,001. Untuk uji Kruskal-Wallis, data dikatakan terdapat pengaruh apabila hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai signifikansi (p) < 0,05. Sehingga, hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara jumlah larva terhadap parameter total sampah yang digunakan.

3.6.2 Sampah Residu

Pada hasil analisis data statistik, dapat dilihat bahwa nilai Asymp Sig. menunjukkan angka 0,001. Untuk uji Kruskal-Wallis, data dikatakan terdapat pengaruh apabila hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai signifikansi (p) < 0,05. Sehingga, hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara jumlah larva terhadap parameter sampah residu.

3.6.3 Waste Reduction Index (WRI)

Pada hasil analisis data statistik, dapat dilihat bahwa nilai Asymp Sig. menunjukkan angka 0,001. Untuk uji Kruskal-Wallis, data dikatakan terdapat pengaruh apabila hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai signifikansi (p) < 0,05. Sehingga, hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara jumlah larva terhadap parameter *Waste Reduction Index*.

Dari hasil analisis di atas, dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh antara jumlah larva terhadap efektivitas pengelolaan sampah organik.

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara jumlah Larva Black Soldier Fly terhadap parameter total sampah yang digunakan. Total sampah yang terurai untuk perlakuan larva 20 gram yaitu 1593 gram, perlakuan larva 40 gram sebanyak 2572 gram, dan perlakuan 60 gram larva sebesar 3402 gram. Sedangkan perlakuan kontrol yaitu sebesar 2000 gram. Kemudian terdapat pengaruh antara jumlah Larva Black Soldier Fly terhadap indeks pengurangan sampah. Hasil Indeks Pengurangan Sampah total keseluruhan mencapai >75%. Serta terdapat pengaruh antara jumlah Larva Black Soldier Fly terhadap sampah residu. Pengukuran Residu Sampah pada

perlakuan 20 gram, residu sampah sebanyak 407 gram. Untuk perlakuan 40 gram, residu sampah sebesar 528 gram. Sedangkan pada perlakuan 60 gram sebesar 748 gram. Kemudian untuk kelompok kontrol yaitu sebanyak 1.503 gram. Dilihat dari hasil ketiga parameter dan hasil analisis statistik *Kruskall Wallis* yang menunjukkan $0,001 < 0,05$, maka hipotesis dari nilai tersebut ialah menerima H_1 dan menolak H_0 . Dengan kata lain, terdapat pengaruh yang signifikan dari jumlah larva BSF terhadap parameter Total Sampah, *WRI*, dan residu sampah. Maka dari itu, dari ketiga parameter tersebut, dapat dikatakan bahwa penguraian sampah organik menggunakan *Larva Black Soldier Fly* terbukti efektif.

Daftar Rujukan

- Ahmad, H., Ramli, A. N., Kesehatan, J., Poltekkes, L., & Makassara, K. (2021). Pemanfaatan Lalat Tentara Hitam (*Hermetia Illucens*) dalam Mengolah Sampah Organik Menjadi Kompos. *Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 21(2), 1–8.
- Al-Irsyad, M., & Deniati, E. N. (2021). Faktor yang Berhubungan dengan Indeks Populasi Lalat pada Tempat Penampungan Sementara (TPS) Sampah di Pasar Kota Malang dan Kota Batu. *Sport Science and Health*, 3(6), 429–439. <https://doi.org/10.17977/um062v3i62021p429-439>
- Auliani, R., Elsaday, B., Ari Apsari, D., Nolia, H., Kesehatan Lingkungan, J., Kemenkes Medan, P. R., & Utara, S. (2021). Kajian Pengelolaan Biokonversi Sampah Organik melalui Budidaya Maggot Black Soldier Fly (Studi Kasus: PKPS Medan). *Serambi Engineering*, VI(4).
- Darmawan, M., & Prasetya, A. (2017). Budidaya Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Dengan Pakan Limbah Dapur (Daun Singkong). *Simposium Nasional RAPI XVI –2017 FT UMS*, 1–6.
- Dewi, N. P. A. P., Madrini, I. A. G. B., & Tika, I. W. (2021). Efektivitas Sistem Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (Studi Kasus: Desa Sanur Kaja Kota Denpasar). *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 9(2), 1–11. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/beta>
- Elsaday, B. (2021). *Pengolahan Sampah Organik Menggunakan Metode Larva Black Soldier Fly (BSF) di Kota Medan Tahun 2021*. 52.
- Fakhri Ramadhan. (2020). *Uji Efektivitas Penggunaan Larva Black Soldier Fly Terhadap Penurunan Sampah Organik di Pasar Cimanggis Tangerang Selatan Tahun 2020* [Poltekkes Jakarta]. https://perpus.poltekkesjkt2.ac.id/respoj/js/hpdfjs/web/viewer3.php?file=../../repository//SKRIPSI%20FAKHRI%20RAMADHAN.pdf&loc_name=../../repository//SKRIPSI%20FAKHRI%20RAMADHAN.pdf
- 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). <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v12i2.469>
- Hartati, Jumadi, O., Junda, M., Kurnia, N., Sahribulan, Saparuddin, Djawad, Y. A., Harianto, F., & Yanti, C. N. (2021). *Pengaruh Formula Pakan terhadap Pertumbuhan Larva Hermetia illucens dalam Biokonversi Limbah Organik*. <https://ojs.unm.ac.id>
- Hartono, R., Anggrainy, A. D., & Bagastyo, A. Y. (2021). Pengaruh Komposisi Sampah dan Feeding Rate terhadap Proses Biokonversi Sampah Organik oleh Larva Black Soldier Fly (BSF). *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(2), 181. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.231>
- Haryandi, & Nur Izzy, S. (2020). Pengaruh Rasio Umpan, Variasi Jenis Sampah Organik, Dan Kualitas Kompos Hasil Biokonversi Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). In *Jurnal Agrotek Ummat* (Vol. 7, Issue 2). https://www.researchgate.net/publication/346820462_PENGARUH_RASIO_UMPAN_VARIASI_JENIS_SAMPAH_ORGANIK_DAN_KUALITAS_KOMPOS_HASIL_BIOKONVERSI_MENGGUNAKAN_LARVA_BLACK_SOLDIER_FLY_Hermetia_illucens
- Izzatusholekha, Jabbar, M. F. A., Rahmawati, R., Salmah, & Prasdianto, R. (2022). Lalat Tentara Hitam (Black Soldier Fly) Sebagai Pengurai Sampah Organik (Black Soldier Fly As An Organic Waste Decomposer). *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LP UMJ*, 1–6. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat>
- Jatmiko, F. (2021). Kajian Literatur Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) dalam Pengomposan Sampah Organik. In *Tu*. Universitas Islam Indonesia.

- Khaer, A., Budirman, & Andini, M. (2021). Efektifitas Pemanfaatan Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) Dalam Mengolah Sampah Rumah Tangga Menjadi Kompos. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*, 1–11. <https://doi.org/10.32382/medkes.v17i1>
- Larasati, N., & Fitria, L. (2020). Analisis Sistem Pengelolaan Sampah Organik di Universitas Indonesia (Studi Kasus Efektivitas Unit Pengolahan Sampah UI Depok). *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 1(2), 1–8. <https://core.ac.uk/download/pdf/326577378.pdf>
- Monita, L., Sutjahjo, S. H., Amin, A. A., & Fahmi, M. R. (2017). Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 227–234. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.227-234>
- Nisa, M. A., Wati, N. L., Nur, A. A., Fitria, F., Apriani, K. N., & Fajrin, R. R. (2022). Training on waste management into a useful product in Bunipah Village, Banjar Regency. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 7(1), 12–20. <https://doi.org/10.26905/abdimas.v7i1.5791>
- Nofiyanti, E., Laksono, B. T., Salman, N., Wardani, G. A., & Mellyanawaty, M. (2021). Efektivitas Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) dalam Mereduksi Sampah Organik. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2571–2576. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3714>
- Nugraha, A., Sutjahjo, S. H., & Amin, A. A. (2018). Persepsi Dan Partisipasi Masyarakat Terhadap Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Jakarta Selatan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 7–14. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.7-14>
- Oktavia, E., & Rosariawari, F. (2020). Rancangan Unit Pengembangbiakan Black Soldier Fly (BSF) Sebagai Alternatif Biokonversi Sampah Organik Rumah Tangga. *JURNAL ENVIROUS VOL*, 1(1). <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2401105&val=22924&title=RANCANGAN%20UNIT%20PENGEMBANGBIAKAN%20BLACK%20SOLDIER%20FLY%20BSF%20SEBAGAI%20ALTERNATIF%20BIOKONVERSI%20SAMPAH%20ORGANIK%20RUMAH%20TANGGA%20REVIEW>
- Permatasari, N. C. I., Setiawan, & Darjati. (2023). “Pengaruh Penambahan Bioaktivator EM-4 Dan Mol Terhadap Laju Reduksi Sampah Organik Oleh Larva BSF.” *Jurnal Kesehatan*, 16(1). <https://doi.org/10.32763/juke>
- Putra, Y., & Ariesmayana, A. (2020). Efektifitas Penguraian Sampah Organik Maggot (Bsf). *Jurnal*, 3(1), 11–24.
- Rohma, A. N., Fauzi, A., Fatmawati, D., Susetyarini, rr, & Prohanta, W. (2021). Pengaruh jenis sampah terhadap efektivitas-kualitas. *Seminar Nasional VI*, 1–7.
- Salman, N., Nofiyanti, E., & Nurfadhilah, T. (2020). Pengaruh dan Efektivitas Maggot Sebagai Proses Alternatif Penguraian Sampah Organik Kota di Indonesia. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1), 835–841. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i1.1655>
- Saragi, E. S. (2015). *Penentuan Optimal Feeding Rate Larva Black Soldier Fly (Hermetia illucens) dalam Mereduksi Sampah Organik Pasar*. <https://repository.its.ac.id/71147/1/3311100116-Undergraduate%20Thesis.pdf>
- Silalahi, J. D., Aryati, I., Sakiah, S., & Febrianto, E. B. (2022). Perkembangan Maggot Black Soldier Fly Dalam Biopond Berbahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Limbah Dapur. *Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit Dan Karet*, 6(1), 1–9. <https://www.ejurnal.itsi.ac.id>
- Supriyatna, A., & Putra, R. E. (2017). Estimasi Pertumbuhan Larva Lalat Black Soldier (*Hermetia illucens*) Dan Penggunaan Pakan Jerami Padi Yang Difermentasi Dengan Jamur *P.chrysosporium*. *Jurnal Biodjati*, 2(2), 1–8. <https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/biodjati/article/view/1569/1243>
- Suyanto, E., Soetarto, E., & Hardjomidjojo, H. (2015). Model Kebijakan Pengelolaan Sampah Berbasis Partisipasi “Green Community” Mendukung Kota Hijau. In *MIMBAR* (Vol. 31, Issue 1). <https://media.neliti.com/media/publications/7519-ID-model-kebijakan-pengelolaan-sampah-berbasis-partisipasi-green-community-mendukun.pdf>
- Wayan, N., Winarsih, E., Made, I., Candranegara, W., Putu, I., & Mahardhika, E. (2019). Efektivitas Pengelolaan Sampah di Kota Denpasar (Suatu Penelitian di Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Denpasar) How to cite (in APA style). *SINTESA: Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 10(2), 74–77. <https://doi.org/10.22225/sintesa.10.2.1536.74-77>
- Windanastiti, A., Supriyadi, S., & Kurniawan, A. (2021). Analisis Sistem Pengelolaan dan Perilaku Pedagang dalam Mengelola Sampah di Pasar Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek. *Sport Science and Health*, 3(12), 961–975. <https://doi.org/10.17977/um062v3i122021p961-975>

- Wiryono, B., Muliatiningsih, M., & Dewi, E. S. (2020). Pengelolaan sampah organik di lingkungan bebidas. *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat*, 1(1), 1–3.
<https://journal.ummat.ac.id/index.php/JADM/article/view/2780/0%60>
- Zahroh, N., Eurika, N., & Nanda Prafitasari, A. (2020). *Komparasi Biokonversi Sampah Buah Dan Sayur Menggunakan Larva Black Soldier Fly (Hermentia illucens)*.
<http://repository.unmuhjember.ac.id/5336/11/ARTIKEL.pdf>