Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, Recycle* Menggunakan *Black Soldier Fly* di Desa Karyamulya Kabupaten Ciamis

Melly Mellyanawaty^{1*}, Hendrik Iskandar², Estin Nofiyanti³, Nurcholis Salman⁴

^{1,2,3,4}Teknik Lingkungan Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya
Jl. Tamansari Km. 2,5 Mulyasari, Kec. Tamansari, Tasikmalaya, Jawa Barat 46196
*Koresponden email: melly@umtas.ac.id

Diterima: 8 Februari 2021

Disetujui: 5 Maret 2021

Abstract

Solid waste known as garbage still becomes one of the most concerning issues in Indonesia. It increases every year; however, the landfill was not expanded. The accumulation of garbage could give a negative impact on the environment and health. Due to this reason, there is an alternative suggested to reduce the garbage and its sources. The initiative called 'Bank sampah', it is a garbage treatment system which is managed by the community. In addition, the Reduce, Reuse, Recycle (3R) laystall was built to carry out some 'Bank Sampah'. This study conducted a preliminary design of 3R laystall at Desa Karyamulya Kecamatan Cisaga Kabupaten Ciamis. The design of the 3R laystall using black soldier fly method to decompose organic materials is employed in this research. The quantity and the density of the garbage were required to determine the design of the lay stall. Stratified random sampling was conducted for 8 days. Desa Karyamulya generates 2.361 liters/person/day or 0.236 kg/person/day. According to a population projection for the next 10 years, the estimation of garbage composition consists of food waste (52.15%); plastic (23.58%); paper (9.23%); fabric (0.45%); wood/leaf (6.38%); diapers (2.85%); metal (0.94%); rubber/leather (2.19%); glass (0.17%); and styrofoam (2.04%). From the quantity and composition of the garbage, it requires approximately 94 m² of the area and an estimated funds needed as Rp. 483.908.600.

Keywords: *black soldier fly, laystall, reduce, reuse, recycle, waste bank*

Abstrak

Limbah padat atau disebut juga sampah masih menjadi masalah besar yang dihadapi Indonesia hingga saat ini. Jumlah sampah meningkat setiap tahunnya, namun tidak diimbangi penambahan luas area tempat pengolahan akhir. Penumpukan sampah dapat berdampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan. Pengurangan sampah dari sumbernya dapat menjadi alternatif untuk mengatasi penumpukan sampah. Bank sampah adalah sistem pengolahan sampah yang dikelola oleh masyarakat. Dengan dibangunnya TPS *reduce, reuse, recycle* (3R) dapat sekaligus dipadukan dengan sistem bank sampah. Studi ini dilakukan untuk merencanakan desain awal TPS 3R di Desa Karyamulya Kecamatan Cisaga Kabupaten Ciamis. Penelitian ini merancang TPS 3R dengan menggunakan metode *black soldier fly* untuk menguraikan bahan organik. Timbulan dan densitas sampah diperlukan untuk menentukan desain TPS 3R dengan metode *stratified random sampling* yang dilakukan selama 8 hari. Desa Karyamulya menghasilkan 2.361 liter/orang/hari atau 0,236 kg/orang/hari. Dengan proyeksi jumlah penduduk 10 tahun ke depan, estimasi komposisi sampah terdiri dari sisa makanan (52,15%); plastik (23,58%); kertas (9,23%); kain (0,45%); kayu/daun (6,38%); popok (2,85%); logam (0,94%); karet/kulit (2,19%); kaca (0,17%); dan Styrofoam (2,04%). Dari jumlah dan komposisi sampah tersebut, diperlukan luas areal untuk TPS sekitar 94 m² dengan perkiraan kebutuhan dana sebesar Rp. 483.908.600.

Kata Kunci: *bank sampah, black soldier fly, daur ulang, 3R, TPS*

1. Pendahuluan

Sampah masih terus menjadi permasalahan besar di Indonesia dan belum dapat terselesaikan. Meningkatnya jumlah timbulan sampah dipengaruhi oleh jumlah penduduk, laju pembangunan dan tingkat sosial ekonomi masyarakat mengalami peningkatan setiap tahunnya [1] [2]. Masalah yang kemudian muncul adalah peningkatan jumlah sampah tidak diimbangi dengan perluasan lahan tempat pembuangan sampah. Hal

ini menyebabkan penumpukan sampah yang semakin lama semakin menggunung. Pada paradigma lama pengelolaan sampah hanya terpaku pada kumpul, angkut dan buang tanpa adanya pemilahan dan pemanfaatan sampah yang masih memiliki nilai baik secara ekonomi atau kegunaan. Pengelolaan sampah dengan paradigma lama dapat membuat umur TPA lebih singkat sehingga pemerintah harus menyediakan TPA baru sebagai pengganti TPA yang lama.

Komposisi sampah organik umumnya memiliki jumlah yang lebih besar dari sampah anorganik [3] [4]. Pada studi ini, sampah organik diolah menggunakan metode *black soldier fly* (BSF). Penggunaan larva BSF dalam peruraian material organik sangat menjanjikan. Larva BSF mengandung sumber protein yang dapat digunakan sebagai pakan hewan [5], sehingga bisa dijadikan sebagai alternatif pakan menggantikan pengganti pakan pellet atau sejenisnya [6] [7]. Larva BSF ini dapat menjadi pengurai sampah organik yang biasa dihasilkan rumah tangga [8] [9].

Upaya mereduksi sampah dari sumbernya merupakan salah satu alternatif pengurangan jumlah sampah di TPA. Keberadaan bank sampah sebagai tempat pengumpulan sampah kering yang mengadopsi manajemen bank pada dasarnya dibentuk untuk membangun kepedulian masyarakat terhadap sampah. Perancangan Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, Recycle* atau yang dikenal dengan TPS 3R diharapkan dapat mengurangi dampak penumpukan sampah [10], [11]. Desa Karyamulya merupakan salah satu daerah yang belum memiliki TPS 3R. Desa Karyamulya terletak di Kecamatan Cisaga Kabupaten Ciamis memiliki penduduk sebanyak 3.744 jiwa, yaitu 1.847 jiwa penduduk laki-laki dan 1.897 jiwa penduduk perempuan [12]. Untuk mengatasi beberapa permasalahan yang ditimbulkan dari sampah, maka Desa Karyamulya memerlukan adanya pengelolaan sampah melalui TPS 3R. Studi ini dilakukan untuk merencanakan TPS 3R dengan BSF sebagai pengolah sampah organik di Desa Karyamulya, Ciamis.

2. Metode Penelitian

Data Primer

Data timbulan, densitas dan komposisi sampah di Desa Karyamulya dikumpulkan sebagai data primer. Tahapan untuk mengetahui data timbulan, densitas dan komposisi sampah yaitu dengan metode *stratified random sampling*. Metode *stratified random sampling* mengacu pada pendataan penduduk setempat, dengan asumsi bahwa kualitas dan kuantitas sampah dipengaruhi oleh tingkat kehidupan masyarakat [13]. Pengambilan sampel dilakukan selama 8 hari secara berturut-turut SNI-19-3964-1994. Sebelum dilakukan pengambilan sampel, ditentukan terlebih dahulu jumlah jiwa/Kepala Keluarga (KK) serta jumlah sampel rumah permanen, semi permanen dan non permanen. Penentuan jumlah sampel sampah yang diambil merujuk pada Persamaan 1 dan Persamaan 2 [14].

Bila penduduk $\leq 10^6$ jiwa

$$P = Cd \cdot \sqrt{Ps} \quad (1)$$

Keterangan:

Ps = jumlah penduduk bila $\leq 10^6$ jiwa

Cd = Koefisien

a. Bila penduduk $> 10^6$ jiwa

$$P = Cd \cdot Cj \cdot \sqrt{Ps} \quad (2)$$

$$Cj = \frac{\sum \text{Penduduk}}{10^6} \quad (3)$$

$Cd = 1$ Bila kepadatan penduduk normal

$Cd < 1$ Bila kepadatan penduduk jarang

$Cd > 1$ Bila Kepadatan penduduk padat

Tahapan pengambilan sampel diawali dengan pembagian kantong plastik sehari sebelum pelaksanaan pengambilan sampel pada rumah yang telah dipilih secara random. Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam kotak 40 L (**Gambar 1**), kemudian dihentakkan 3 kali setelah diangkat 20 cm. Volume sampah diukur

dan dicatat, selanjutnya komposisi sampah ditentukan dengan cara memilah sampah berdasarkan komponen sampah (sisa makanan, plastik, kertas, daun, kayu, karet, kain, kaca, logam, dan lain-lain). Masing-masing komponen ditimbang dan dihitung persentase komposisi sampah masing-masing.

Gambar 1. Kotak untuk mengukur volume sampah
Sumber: Hasil penelitian (2020)

2.2 Data Sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan yaitu profil Desa Karyamulya sebagai gambaran umum Desa Karyamulya, data kependudukan Desa Karyamulya selama 5 tahun terakhir, Standar Timbulan Sampah (SNI 19-3964-1995), dan laju timbulan dan komposisi sampah Desa Karyamulya dan digunakan sebagai proyeksi laju timbulan sampah selama minimal 10 tahun mendatang. **Gambar 2** menunjukkan kondisi tempat pembuangan sampah di Desa Karyamulya saat ini dan **Gambar 3** menunjukkan peta lokasi penelitian dan titik TPS 3R.

Gambar 2. Kondisi TPS Desa Karyamulya
Sumber: Hasil penelitian (2020)

Gambar 3. Lokasi penelitian dan titik rencana TPS 3R
Sumber: Hasil penelitian (2020)

2.3 Pengolahan dan Analisis Data

Data primer dan data sekunder dianalisis selama proses perencanaan. Komponen yang dihitung di antaranya:

a. Timbulan Sampah

Timbulan sampah dihitung menggunakan Persamaan 4.

$$\text{Timbulan Sampah} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n} \text{ liter/orang/hari} \quad (4)$$

dengan,

n = jumlah sumber sampah

v = volume sampah dari sumber

Setelah diketahui rata-rata timbulan sampah dari sumber sampah, selanjutnya dikalikan dengan proyeksi penduduk Desa Karyamulya.

b. Komposisi Sampah

Komposisi sampah dinyatakan dalam (%). Masing-masing komponen sampah ditimbang, persentase komposisi sampah dapat diketahui melalui Persamaan 5.

$$\text{Komposisi sampah (\%)} = \frac{\text{Berat komponen sampah}}{\text{Berat total sampah}} \times 100\% \quad (5)$$

c. Densitas Sampah

Persamaan 2.6 digunakan dalam penentuan densitas sampah.

$$\text{Densitas Sampah} = \frac{\text{Berat sampah (kg)}}{\text{Volume sampah (m}^3\text{)}} \quad (6)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Penentuan jumlah sampel timbulan sampah menggunakan metode *stratified random sampling*. Klasifikasi bangunan dianggap dapat mewakili tingkat ekonomi masyarakat. Klasifikasi jenis rumah Desa Karyamulya ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Klasifikasi jenis rumah Desa Karyamulya

Klasifikasi Jenis Rumah			
Permanen	Semi Permanen	Non Permanen	Jumlah
828	253	101	1182
70%	21%	9%	100%

Sumber: Data Pemdes Karyamulya (2020)

Berdasarkan hasil perhitungan SNI 19-3964-1994 untuk mengetahui sampel jiwa, diperoleh sebanyak 60 jiwa atau 13 rumah dengan asumsi setiap rumah beranggotakan 5 orang. Pengambilan sampel dilakukan 8 hari berturut-turut mulai dari tanggal 2 Juni–9 Juni 2020. Jumlah sampel berdasarkan jenis bangunan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Jumlah sampel berdasarkan jenis bangunan

No	Klasifikasi Jenis Rumah	Persentase	Jumlah Rumah Sampel
1.	Permanen	70%	9
2.	Semi Permanen	21%	3
3.	Non Permanen	9%	1
Jumlah			13

Sumber: Hasil penelitian (2020)

Hasil pengukuran rata-rata timbulan sampah Desa Karyamulya yang dilakukan selama 8 hari disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rata-rata timbulan sampah Desa Karyamulya

No	Sampel	Rata-rata Sampah (L/hari)	Rata-rata Sampah (kg/hari)
1.	Sampel 1	14,182	1,613
2.	Sampel 2	10,321	1,368
3.	Sampel 3	22,869	2,238
4.	Sampel 4	13,142	1,206
5.	Sampel 5	10,841	0,950
6.	Sampel 6	6,089	0,559
7.	Sampel 7	12,029	0,595
8.	Sampel 8	11,806	1,163
9.	Sampel 9	10,395	1,181
10.	Sampel 10	7,426	0,706
11.	Sampel 11	4,099	0,429
12.	Sampel 12	9,875	1,013
13.	Sampel 13	8,613	1,013
Total Harian		141,685	14,032

Sumber: Hasil penelitian (2020)

Dari volume dan berat sampah, data timbulan sampah per orang dari Desa Karyamulya dapat diketahui dengan membagi jumlah rata-rata volume dan berat sampah dengan jumlah sampel jiwa berturut-turut sebanyak 2,361 L/orang/hari dan 0,236 kg/orang/hari. Komposisi sampah yang diukur merupakan jenis sampah sehari-hari yang sering ditemui di masyarakat. Komposisi Sampah Desa Karyamulya berdasarkan persentase disajikan pada **Gambar 4**. Jenis sampah sisa makanan menempati komposisi urutan nomor satu dikarenakan sampah sisa makanan merupakan sampah yang paling banyak dihasilkan dari setiap rumah

sampel, sedangkan plastik berada pada posisi kedua karena sebagian masyarakat masih menggunakan atau membeli produk dengan kemasan berbahan dasar plastik.

Gambar 4. Grafik komposisi sampah
Sumber: Hasil penelitian (2020)

Hasil perhitungan estimasi laju timbunan sampah Desa Karyamulya untuk 10 tahun ke depan dapat dilihat pada **Tabel 4**. Dari **Tabel 4** diketahui estimasi timbunan sampah Desa Karyamulya pada tahun 2030 sebesar 9,27 m³/hari atau 926,5 kg/hari atau 0,926 ton/hari.

Tabel 4. Estimasi laju timbunan sampah Desa Karyamulya

Tahun	Jumlah Penduduk	Timbunan Sampah			
		m ³ /hari	m ³ /orang/hari	kg/hari	kg/orang/hari
2021	3.855	9,10	0,00236	909,8	0,2360
2022	3.863	9,12	0,00237	911,7	0,2365
2023	3.871	9,14	0,00237	913,6	0,2370
2024	3.879	9,16	0,00238	915,4	0,2375
2025	3.887	9,18	0,00238	917,3	0,2380
2026	3.894	9,20	0,00239	919,0	0,2384
2027	3.902	9,21	0,00239	920,9	0,2389
2028	3.910	9,23	0,00240	922,8	0,2394
2029	3.918	9,25	0,00240	924,6	0,2399
2030	3.926	9,27	0,00240	926,5	0,2403

Sumber: Hasil penelitian (2020)

Untuk merancang sebuah TPS 3R diperlukan data volume dan berat dari masing-masing komposisi sampah. Hasil perhitungan estimasi laju timbunan sampah Desa Karyamulya untuk 10 tahun ke depan seperti pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Estimasi berat dan volume komposisi sampah Desa Karyamulya

No	Jenis Sampah	Komposisi Sampah	Volume sampah (m ³ /hari)	Berat Sampah (kg/hari)
1.	Sisa Makanan	52,15%	4,83	483,19
2.	Plastik	23,58%	2,19	218,49
3.	Kertas	9,23%	0,86	85,53
4.	Kain	0,45%	0,04	4,19
5.	Kayu/Daun	6,38%	0,59	59,11
6.	Diapers	2,85%	0,26	26,45
7.	Logam	0,94%	0,09	8,74

8.	Karet/kulit	2,19%	0,20	20,31
9.	Kaca	0,17%	0,02	1,55
10.	Styrofoam	2,04%	0,19	18,94
Jumlah		100%	9,27	926,50

Sumber: Hasil penelitian (2020)

Perhitungan neraca massa sampah ditampilkan pada **Tabel 6** yang dihitung dari data komposisi sampah dan faktor terhadap pemilahan dari beberapa jenis sampah. Dengan demikian total sampah yang dibuang ke TPA sebanyak 0,200 ton/hari sedangkan sampah yang didaur ulang dan tertahan di TPS 3R adalah 78,43% atau sebanyak 0,726 ton/hari.

Tabel 6. Neraca massa sampah

Perlakuan di TPS 3R	Jenis Sampah	Rata-Rata Komposisi Sampah	Faktor Terhadap Pemilahan	Rata-Rata Komposisi Sampah	Rata-Rata Timbulan Sampah		Timbulan Sampah	
					ton/hari	m ³ /hari	ton/hari	m ³ /hari
Diolah di TPS 3R	Sisa Makanan	52,15%	-	52,15%	0,92	9,27	0,483	4,83
	Kayu/Daun	6,38%	-	6,38%			0,059	0,59
	Jumlah	58,53%	-	58,53%			0,542	5,43
Diolah di TPS 3R	Plastik	23,58%	50%	11,79%			0,109	1,09
	Kertas	9,23%	50%	4,62%			0,043	0,43
	Kain	0,45%	-	0,45%			0,004	0,04
	Logam	0,94%	90%	0,85%			0,008	0,08
	Karet/kulit	2,19%	-	2,19%			0,020	0,20
	Jumlah	36,40%	-	19,90%			0,184	1,84
Diangkut Ke TPA	Diapers (Popok bayi sekali pakai)	2,85%	-	2,85%	0,92	9,27	0,026	0,26
	Styrofoam	2,04%	-	2,04%			0,019	0,19
	Jumlah	4,90%	-	4,90%			0,045	0,45
Diangkut Ke TPA	Kaca	0,17%	65%	0,11%			0,001	0,01
	Jumlah	0,17%	-	0,11%			0,001	0,01
Diangkut Ke TPA (Residu Pemilahan)	Plastik	23,58%	50%	11,79%			0,109	1,09
	Kertas	9,23%	50%	4,62%			0,043	0,43
	Logam	0,94%	10%	0,09%			0,001	0,01
	Kaca	0,17%	35%	0,06%			0,001	0,01
	Jumlah	0,17%	-	16,56%			0,153	1,54

Sumber: Hasil penelitian (2020)

Desa Karyamulya telah memiliki unit pengelolaan sampah berbasis pemberdayaan masyarakat yaitu Bank Sampah Singarante. Perencanaan pengelolaan sampah melalui TPS 3R di Desa Karyamulya diintegrasikan dengan Bank Sampah Singarante, sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga [16]. Berdasar peraturan tersebut memperbolehkan TPS 3R diintegrasikan dengan Bank Sampah.

Nasabah atau masyarakat yang akan menabung hendak membawa sampah yang telah terpilah dari rumah guna ditabung di bank sampah. Dengan mengintegrasikan TPS 3R dengan bank sampah maka proses pengumpulan sampah dapat dilakukan secara mandiri oleh masyarakat, sehingga dapat mengurangi alur pekerjaan TPS 3R dalam pengumpulan sampah. Pada **Gambar 5** dapat dilihat alur pengelolaan sampah di TPS 3R Desa Karyamulya.

Gambar 5. Alur pengelolaan sampah di TPS 3R Desa Karyamulya
Sumber: Hasil penelitian (2020)

Pengolahan sampah organik di TPS 3R menggunakan metode *Maggot Black Soldier Fly* (BSF). Estimasi timbulan sampah organik Desa Karyamulya sebesar 542 kg/hari. Larva BSF dapat mengurai sampah organik sebanyak 15 kg/m²/hari [17] dengan menggunakan biopod atau tempat budidaya yang memiliki dimensi 3 mx1 m atau 3 m². Kebutuhan biopod TPS 3R Desa Karyamulya sebanyak 12 buah dan kebutuhan area biopod sebesar 24 m² (6 m²/rangkaian biopod). Kebutuhan kandang BSF dewasa 1 m² dan total kebutuhan area pengolahan sampah organik adalah 25 m².

Desain TPS 3R Desa Karyamulya dibuat berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan luas lahan TPS 3R Desa Karyamulya. Total luas minimum yang dibutuhkan untuk perencanaan TPS 3R Desa Karyamulya yaitu 94 m², dengan kebutuhan luasan masing-masing komponen disajikan pada **Tabel 6**. Dari hasil perhitungan bangunan yang direncanakan, diketahui anggaran biaya yang diperlukan untuk membangun TPS 3R Desa Karyamulya adalah sebesar Rp. 483.908.600,00.

Tabel 6. Kebutuhan luas lahan TPS 3R Desa Karyamulya

No	Komponen TPS 3R	Luas Area (m ²)
1.	Kantor TPS 3R	6
2.	Galeri/ Ruang Serbaguna	20
3.	Area Penimbangan & Pemilahan	9
4.	Area Pencacahan	12
5.	Area Pengelolaan Sampah Organik	25
6.	Area Penyimpanan Sementara	13
7.	Musala	6
8.	Toilet	3
Total		94

Sumber: Hasil penelitian (2020)

4. Kesimpulan

Proyeksi jumlah penduduk Desa Karyamulya pada tahun 2030 ialah sebanyak 3.926 jiwa. Jumlah timbulan sampah Desa Karyamulya 10 tahun ke depan sebesar 9,346 m³/hari atau 934,08 kg/hari. Total luas minimum yang diperlukan untuk pembangunan TPS 3R Desa Karyamulya adalah 94 m² dengan perkiraan biaya yang diperlukan sebesar Rp. 483.908.600,00.

5. Referensi

- [1] M. A. S. Hasyim, "Perencanaan Tempat Penampungan Sementara Sampah Di Kecamatan Kota Sumenep," Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November, 2014.
- [2] "Bertambahnya Sampah Akibat Pertambahan Penduduk di Surabaya - Kompasiana.com." [Online]. Available: <https://www.kompasiana.com/nicoirjaya92/550b637e813311f813b1e5d7/bertambahnya-sampah-akibat-pertambahan-penduduk-di-surabaya>. [Accessed: 08-Feb-2021].
- [3] R. Windraswara, D. A. B. Prihastuti, "Analisis Potensi Reduksi Sampah Rumah Tangga Untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan Lingkungan," *Unnes J. Public Heal.*, vol. 6, no. 2, p. 123, 2017.
- [4] F. Zahra, T. Padmi Damanhuri, "Kajian Komposisi, Karakteristik, Dan Potensi Daur Ulang Sampah Di TPA Cipayung, Depok Study of Composition, Characteristic, and Recycling Potential of Waste At Cipayung Final Disposal Site, Depok," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 17, no. April, p. 59, 2011.
- [5] Y.-S. Wang, M. Shelomi, "Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food," *Foods*, vol. 6, no. 10, p. 91, Oct. 2017.
- [6] B. Dortmans, S. Diener, B. Verstappen, C. Zurbrugg, *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF): Panduan Langkah-Langkah Lengkap*, 2017.
- [7] C. H. Lalander, J. Fidjeland, S. Diener, S. Eriksson, B. Vinnerås, "High waste-to-biomass conversion and efficient *Salmonella* spp. reduction using black soldier fly for waste recycling," *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 35, no. 1, pp. 261–271, Jan. 2014.
- [8] F. F. Hidayah, N. R. Destya, B. Candra, "Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (*Hermatia illucens*) sebagai Penanggulangan Sampah Organik melalui Budidaya Magot (Utilization of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae as Organic Waste Management through Maggot Cultivation)," *J. Pus. Inov. Masy.*, vol. 2, no. 4, pp. 530–534, 2020.
- [9] G. D. P. da Silva, T. Hesselberg, "A Review of the Use of Black Soldier Fly Larvae, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), to Compost Organic Waste in Tropical Regions," *Neotropical Entomology*, vol. 49, no. 2. Springer, pp. 151–162, 01-Apr-2020.
- [10] Kementrian PU, "Petunjuk Teknis TPS 3R," 2016.
- [11] S. Haryanti, E. Gravitianai, W. Mahendra, "Studi Penerapan Bank Sampah dalam Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup di Kota Yogyakarta," *Bioeksperimen*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [12] BPS, "Kecamatan Cisaga Dalam Angka 2019," 2019.
- [13] R. Anisa, D. M. Hartono, K. Muhaemin, "Desain Tempat Pengolahan Sampah Reduce , Reuse , Recycle (TPS 3R) Terintegrasi Bank Sampah Pada Kawasan Perkampungan (Studi Kasus : Kampung Maruga , Tangerang Selatan)," pp. 1–20, 2014.
- [14] E. Damanhuri, T. Padmi, "Pengelolaan Sampah Terpadu," II., E. Warsidi, Ed. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2019.
- [15] SNI19-3964-1994, "Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbunan dan komposisi sampah perkotaan," 1994.
- [16] P. M. P. U. R. INDONESIA, "Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga," [Online]. Available: http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/Permen_PU_No_3_Tahun_2013_-_Penyelenggaraan_PS_Persampahan.pdf. [Accessed: 08-Feb-2021].
- [17] H. H. Park, "Black Soldier Fly Larvae Manual," *Student Showc.*, vol. 14, pp. 1–13, 2016.