

Perancangan Rumah Kompos dan *Maggot* pada Desain TPS 3R (Studi Kasus: Kantin PT X)

Wanda Nur Islami^{1)*}, Dwi Ermawati Rahayu¹⁾, Febrina Zulya¹⁾

Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

E-mail: wandanurislami@gmail.com

ABSTRAK

Kantin PT X memiliki total sampah organik sebesar 12.589,9 Kg selama tahun 2023 dan dibuang langsung tanpa ada pengelolaan lebih lanjut. Untuk mengurangi beban sampah tersebut, maka direncanakan rumah kompos dan *maggot*. Direncanakan rumah kompos dan *maggot* ini akan mengelola sampah selama 10 tahun kedepan dengan jumlah sampah 78,85 kg/hari dan volume sebesar 0,375 m³/hari dengan menggunakan 3 skenario desain dalam pengelolaannya. Skenario 1 menggunakan timbulan sampah sebanyak 75% untuk rumah kompos: 25% untuk rumah *maggot*, skenario 2 menggunakan timbulan sampah sebanyak 50% untuk rumah kompos: 50% untuk rumah *maggot*, dan skenario 3 menggunakan timbulan sampah sebanyak 25% untuk rumah kompos: 75% untuk rumah *maggot*. Luas lahan yang didapat untuk skenario 1 sebesar 276 m², skenario 2 sebesar 299 m², dan skenario 3 sebesar 267 m². Berdasarkan luas lahan paling kecil, maka desain yang terpilih ialah skenario 3 sebesar 267 m².

Kata Kunci: Sampah, Pengomposan, *Maggot*, Perancangan

ABSTRACT

The canteen of PT X generated a total of 12,589.9 kg of organic waste in 2023, which was directly disposed of without any further processing. To reduce this waste burden, it is planned to build a composting facility and a maggot farm. This facility is projected to manage the waste for the next 10 years, with a daily waste generation of 78.85 kg and a volume of 0.375 m³, using three design scenarios. Scenario 1 allocates 75% of the waste to composting and 25% to maggot farming; scenario 2 allocates 50% to each; and scenario 3 allocates 25% to composting and 75% to maggot farming. The available land area for scenario 1 is 276 m², for scenario 2 is 299 m², and for scenario 3 is 267 m². Based on the smallest land area, the selected design is scenario 3, which is 267 m².

Keywords: Waste, Composting, *Maggot*, Design

1. Pendahuluan

Sampah merupakan suatu material sisa yang sudah tidak ingin digunakan setelah berakhirnya suatu tahapan atau kegiatan (Nuha, 2021). PT X merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri pertambangan, sebuah sektor yang seringkali dihubungkan dengan dampak lingkungan yang cukup signifikan. Perusahaan ini juga menghadapi tantangan dalam mengelola sampah yang ditimbulkan dari tempat kerja, terutama sampah yang dihasilkan oleh kantin. Berdasarkan rekapitulasi data tahun 2023, jumlah sampah yang dihasilkan oleh Kantin PT X sebesar 14.462,5 Kg dengan komposisi sampah organik sebesar 12.589,9 Kg dan sampah anorganik sebesar 1.863,6 Kg. Sampah yang dihasilkan oleh kantin dilakukan pemilahan dengan memisahkan jenis sampah organik dan anorganik saja, setelah itu dilakukan pengangkutan sampah dan langsung dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Beberapa pengolahan sampah organik (sisa makanan) yang umum dilakukan antara lain pengomposan, dan budidaya BSF (*Black Soldier Fly*).

Pupuk organik yang dibuat melalui proses pengomposan mengandung berbagai unsur hara yang berguna bagi tanah. Ini meningkatkan struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap zat hara dan air, dan meningkatkan drainase dan sirkulasi udara dalam tanah (Sekarsari et al., 2020). Menurut (Marcella et al., n.d.), pembuatan kompos dari sampah organik sangat penting untuk mengatasi peningkatan jumlah sampah karena kompos dapat mengurangi volume sampah hingga 50%.

Dalam pengelolaan sampah organik, larva lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly*) sering disebut sebagai *maggot*. *Maggot* juga memiliki kemampuan untuk mencerna hingga 80% sampah organik, yang menunjukkan bahwa budidaya *maggot* memiliki potensi besar untuk memecahkan masalah pengelolaan sampah organik yang efektif (Qowasmi, 2023). *Maggot* lebih baik daripada serangga lainnya dalam

menghancurkan sampah organik, baik sampah dari tumbuhan maupun hewan (Rukmini et al., 2020). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk merencanakan pembangunan Rumah Kompos dan *Maggot* yang dibutuhkan PT X untuk meringankan masalah sampah. Rancangan Rumah Kompos dan *Maggot* tersebut direncanakan hingga tahun 2034 dengan pertimbangan luas lahan yang kecil. Perencanaan yang akan dilakukan kemudian dapat menjadi referensi pemerintah/perusahaan lain apabila terealisasi di waktu mendatang.

2. Metode Penelitian

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulai Mei s/d Agustus 2024. Adapun Lokasi penelitian di Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur.

B. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data yang diperlukan pada penelitian ini adalah:

1. Data jumlah karyawan PT X selama 5 tahun terakhir.
2. Data rekapitulasi berat sampah kantin PT X tahun 2023.
3. Data timbulan, volume, dan komposisi sampah di Kantin PT X.

C. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data yang dilakukan adalah dengan perhitungan proyeksi karyawan menggunakan metode matematik. Nilai koefisien relasi yang paling mendekati 1 dan standar deviasi yang kecil digunakan untuk menghitung proyeksi karyawan. Selanjutnya perhitungan berat, volume timbulan sampah, dan komposisi sampah yang dihasilkan dari kantin PT X, serta perhitungan luasan area rumah kompos dan *maggot* dalam 10 tahun kedepan (2024-2034). Perancangan Kompos dan *Maggot* dalam 3 skenario berbeda untuk meningkatkan efisiensi pengomposan dan pengelolaan larva *maggot*:

1. Skenario 1: mengalokasikan timbulan sampah 75% untuk rumah kompos, dan 25% untuk rumah *maggot*.
2. Skenario 2: mengalokasikan timbulan sampah 50% untuk rumah kompos, dan 50% untuk rumah *maggot*.
3. Skenario 3: mengalokasikan timbulan sampah 25% untuk rumah kompos, dan 75% untuk rumah *maggot*.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Proyeksi Karyawan

Rumah kompos dan *maggot* dirancang dengan perencanaan selama 10 tahun, dari tahun 2024-2034. Perhitungan proyeksi karyawan didasarkan pada data dan wawancara dari tahun 2019-2023. Perhitungan proyeksi karyawan dilakukan menggunakan metode matematik (aritmatik, geometrik, dan *Least Square*). Nilai koefisien relasi yang paling mendekati 1 dan standar deviasi yang kecil digunakan untuk menghitung proyeksi karyawan, sehingga pada penelitian ini menggunakan metode *least square*.

Tabel 1. Proyeksi Karyawan

Tahun	Jumlah Karyawan
2025	345
2026	360
2027	376
2028	392
2029	408
2030	423
2031	439
2032	455
2033	471
2034	486

B. Perhitungan Proyeksi Timbulan, Volume Sampah dan Komposisi Sampah

1. Timbulan Sampah

Menurut SNI 19-3964-1994, sampel diambil di lokasi yang sama selama 8 hari berturut-turut. Hasil pengukuran selama 8 hari berturut-turut ditunjukkan dalam Tabel 2.

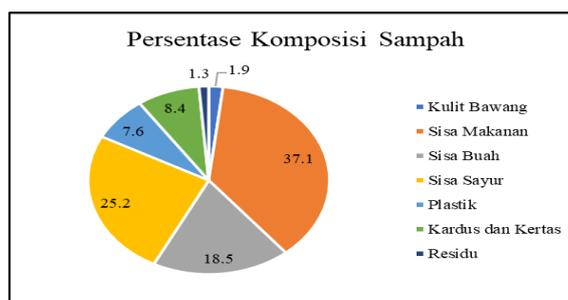
Tabel 2. Rata-rata Pengukuran Timbulan Sampah

Pengukuran Hari Ke-	Total Berat Sampah (kg/hari)	Total Volume Sampah (m ³)	Densitas (kg/m ³)	Berat (kg/org/hari)	Volume (m ³ /org/hari)
1	39.20	0.275	1103.581	0.109	0.000761
2	48.90	0.278	1207.880	0.135	0.000769
3	47.70	0.283	1271.320	0.132	0.000784
4	58.60	0.286	1449.234	0.162	0.000791
5	58.20	0.277	1267.800	0.161	0.000768
6	75.50	0.259	1693.410	0.209	0.000716
7	76.30	0.323	1498.632	0.211	0.000894
8	63.70	0.247	1616.422	0.176	0.000685
Total	468.10	2.227	11108.28	1.297	0.006170
Rata-rata	58.5	0.278	1388.535	0.162	0.000771

Berdasarkan Tabel 2. , data dari pengukuran timbulan sampah yang dilakukan selama 8 hari berturut-turut menunjukkan bahwa berat sampel rata-rata sebesar 58,5 kg/hari dan volume sampel rata-rata sebesar 0,278 m³/hari atau 278 L/hari, dengan densitas sampah rata-rata sebesar 1388,535 kg/m³. Jumlah total timbulan sampah yang dihitung yakni membagi berat sampel dengan jumlah karyawan sebanyak 361 orang, dan dilakukan hal yang sama pada perhitungan total volume timbulan sampah. Didapatkan rata-rata berat total sampah di Kantin PT X sebesar 0,162 kg/org/hari dan volume total sampah sebesar 0,000771 m³/org/hari. Densitas sampah kantin PT X sebesar 11.108,28 kg/m³ dan rata-rata densitas sampah sebesar 1.388,535 kg/m³.

2. Komposisi Sampah

Pengolahan yang tepat didasarkan pada komposisi sampah. Pemrosesan lanjutan sampah dapat dipengaruhi oleh komposisinya. Analisis komposisi sampah kantin PT X dilakukan dengan membandingkan berat sampah total yang dihasilkan dengan berat setiap jenis sampah. Berdasarkan hasil penelitian, setelah dilakukan pengambilan dan pengukuran sampah ke dalam bak pengukur, sampel sampah kantin dipilah menurut komposisinya. Berikut merupakan persen komposisi sampah kantin yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Komposisi Sampah

3. Proyeksi Timbulan Sampah, Volume sampah dan Komposisi Sampah

Tabel 3. Proyeksi Timbunan Sampah, Volume Sampah, dan Komposisi Sampah

Komposisi Sampah Tahun 2024		
Komposisi	Berat (kg/org/hari)	Volume (m ³ /org/hari)
Kulit Bawang	0.0031	0.0000
Sisa Makanan	0.0602	0.0002
Sisa Buah	0.0300	0.0001
Sisa Sayur	0.0408	0.0001
Total	0.1340	0.0004
Plastik	0.0124	0.00018
Kertas&Kardus	0.0135	0.00016
Residu	0.0021	0.00002
Total	0.0280	0.00036

Komposisi Sampah Tahun 2034		
Komposisi	Berat (kg/org/hari)	Volume (m ³ /org/hari)
Kulit Bawang	1.52	0.023
Sisa Makanan	29.28	0.075
Sisa Buah	14.57	0.047
Sisa Sayur	19.84	0.057
Total	65.20	0.202
Plastik	6.02	0.088
Kertas&Kardus	6.58	0.078
Residu	1.03	0.007
Total	13.63	0.173

4. Perencanaan Skenario Desain Rumah Kompos dan Maggot

A. Area Pemilahan

$$\text{Luas lokasi pemilahan sampah} = \frac{V \text{ total}}{\text{Tinggi timbunan}}$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m.

Tabel 4. Luas Area Pemilahan

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Volume Sampah (m ³)	0,375	0,375	0,375
Tinggi Timbunan (m)	0,5	0,5	0,5
Luas (m ²)	3,61 m ²	3,61 m ²	3,61 m ²

B. Area Pencacahan Sampah

Sampah basah dengan kandungan air yang banyak seperti sampah basah sisa buah, sayur, atau sisa makanan digunakan perbandingan 60% sampah daun kering dan 40% sampah basah (Haryanta et al., 2017).

$$\text{Berat sampah yang dicacah} = \frac{\text{berat sampah}}{\text{jam kerja}}$$

$$\text{Luas lahan yang diperlukan} = P \times L \times \text{jumlah mesin}$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m.

Tabel 5. Luas Area Pencacahan

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Berat Sampah (kg/hari)	122,25	81,50	40,75
Waktu Kerja (jam)	7	7	7
Berat Sampah dicacah (kg/jam)	17,50	11,64	5,82
Luas (m ²)	3,71 m ²	3,71 m ²	3,71 m ²

Total Volume Pengomposan

Total volume pengomposan = Lama pengomposan \times volume sampah perhari

Tabel 6. Volume Pengomposan

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Lama Pengomposan (hari)	30	30	30
Volume Sampah (m ³ /hari)	0,375	0,25	0,125
Total volume pengomposan (m ³)	11,25	7,5	3,75

Penentuan Volume tiap Aerator Bambu

Berdasarkan (Apriliya et al., 2024), aerator bambu memiliki desain lebar 0,6 meter, panjang 3 meter, dan tinggi yaitu 1,5 meter.

$$\begin{aligned} \text{Volume tiap Aerator Bambu} &= (1/2 \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}) \times \text{Panjang} \\ &= (1/2 \times 0,6 \times 0,5) \times 3 \\ &= 0,45 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk dimensi pada timbunan kompos direncanakan berdasarkan volume sampah yang digunakan, serta agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m.

Tabel 7. Luas Area Pengomposan

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Volume Sampah (m ³)	11,25	7,5	3,75
Jumlah Timbunan	3	3	2
Luas (m ²)	28 m ²	21,3 m ²	15,4 m ²

Perhitungan Air Lindi

Pengomposan akan memberikan hasil terbaik/optimal pada kadar air antara 50-60% dengan kadar air sampah 40-60% (Wijaya & Ratnawati, 2023). Pada perencanaan ini kadar air kompos direncanakan sebesar 40% dengan kadar air sampah 50%.

Berat Jenis Lindi = 1300 kg/m³ (Wijaya, 2023).

Berat lindi = Berat sampah organik \times (kadar air sampah – kadar air kompos)

Volume air lindi = $\frac{\text{Berat Lindi}}{\text{Berat Jenis Lindi}}$

Tabel 8. Volume Air Lindi

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Berat Jenis (kg/m ³)	1300	1300	1300
Berat Lindi (kg)	12,225	8,15	4,075
Volume Air Lindi (m ³)	0,009	0,006	0,003

Bak Penampung Lindi

Menurut (Wijaya & Ratnawati, 2023) volume bak lindi direncanakan selama 30 hari, sehingga:

Volume bak penampung lindi = 30 hari \times Volume lindi

Dikarenakan produksi lindi masih dalam skala kecil, sehingga direncanakan untuk menampung air lindi tersebut menggunakan drum dengan kapasitas 150 liter.

C. Area Pengayakan dan Pengemasan

Penyusutan berat kompos = 50% (Manik, 2023)

Jam kerja = 7 jam/hari

Berat per kemasan = 5 kg (Manik, 2023)

Berat kompos yang dihasilkan = berat awal \times 50%

Dimensi mesin pengayak = 1700 × 900 × 1300 mm, maka luas area pengayakan sesuai dimensi mesin pengayak yang ditambahkan 1 m pada panjang dan lebar sebagai ruang gerak ialah:

$$\begin{aligned}\text{Luas Area Pengayakan} &= P \times L \\ &= (1,7 + 1)(0,9 + 1) \\ &= 5,13 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah kemasan kompos} = \frac{\text{berat kompos dihasilkan}}{\text{Berat kompos per kemasan}}$$

Tabel 9. Jumlah Kemasan Kompos

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Berat awal (kg)	122,25	81,5	40,75
Berat kompos yang dihasilkan (kg)	61,13	40,75	20,38
Jumlah kemasan	12	8	4

Pengemasan dilakukan menggunakan plastik 5 kg dengan ukuran 30 cm × 45 cm dan mesin *sealer* plastik listrik. Area pengemasan direncanakan dengan panjang 2 m dan lebar 1 m, sehingga luas area pengemasan ialah 2 m²

$$\begin{aligned}\text{Luas area total} &= \text{luas area pengayakan} + \text{luas area pengemasan} \\ &= 5,13 + 2 \\ &= 7,13 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m, sehingga P = 2,7 m dan L = 2,7 m, sehingga luasnya sebesar 7,29 m²

D. Area Penyimpanan Kompos (Gudang)

$$\text{Waktu Penyimpanan Kompos} = 30 \text{ hari (Manik, 2023)}$$

$$\text{Tinggi Rencana Tumpukan} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Tebal per Kemasan} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Kemasan} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Kemasan} = 0,45 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah kemasan per tumpukan} &= \frac{\text{tinggi rencana tumpukan}}{\text{tebal per kemasan}} \\ &= \frac{1,5}{0,1} = 15 \text{ kemasan}\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah kompos di gudang} = \text{jumlah kemasan kompos} \times \text{waktu penyimpanan}$$

$$\text{Luas area penyimpanan} = \text{Luas kemasan} \times \frac{\text{jumlah kompos digudang}}{\text{jumlah kemasan per tumpukan}}$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m.

Tabel 10. Luas Area Penyimpanan Kompos

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Jumlah kemasan per tumpukan	15	15	15
Jumlah kemasan yang dihasilkan	12	8	4
Jumlah kemasan di gudang	360	240	120
Luas Area (m ²)	7,84	6,10	4,16

Black Soldier Fly/Maggot

Kriteria:

- % sampah organik yang terbiokonversi oleh

- larva BSF (menjadi kasgot) (A) : 34,6%
 - % produk larva (B) : 86,8%
 - % sampah organik menjadi media budidaya BSF (C) : 100%
 - % larva untuk siklus (D) : 13,2%
- Kuantitas sampah organik untuk pertumbuhan larva = C × Timbulan Sampah
 Kuantitas sampah organik mengalami biokonversi = A × Timbulan Sampah
 Kuantitas produk larva BSF = B × Timbulan Sampah
 BSF untuk siklus = D × Kuantitas sampah organik
 untuk pertumbuhan larva

Tabel 11. Kriteria Pengelolaan BSF

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Kuantitas sampah organik untuk pertumbuhan larva (kg)	16,3	32,6	48,9
Kuantitas sampah organik mengalami biokonversi (kg)	5,64	11,28	16,92
Kuantitas produk larva BSF (kg)	9,25	28,3	42,45
Kuantitas larva BSF untuk siklus (kg)	2,14	4,30	6,45

E. Unit Pencacahan Pakan Maggot**Tabel 12. Luas Area Pencacahan**

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Berat Sampah (kg/hari)	16,3	32,6	48,9
Waktu Kerja (jam)	7	7	7
Berat Sampah dicacah (kg/jam)	2,3	4,65	6,98
Luas (m ²)	3,4 m ²	3,4 m ²	3,4 m ²

F. Unit Pengolahan Sampah dengan BSF

Untuk satu reaktor pengolahan atau biopond dapat dimasukkan sampah sisa makanan setiap satu kali pengisian adalah sebanyak 5 kg. Sehingga dapat ditentukan jumlah biopond yang dibutuhkan dalam satu hari adalah

$$\text{Jumlah biopond} = \frac{\text{total sampah masuk}}{\text{sampah per biopond}}$$

Jumlah larva 5-DOL dalam setiap biopond adalah sebanyak 10.000 ekor, sehingga dapat ditentukan jumlah larva yang perlu disiapkan setiap harinya adalah

$$\begin{aligned} \text{Jumlah larva}_{5\text{-DOL}} &= 10.000 \text{ ekor/biopond} \times 1 \text{ biopond/hari} \\ &= 10.000 \text{ ekor/hari} \end{aligned}$$

Jadwal pemasukan sampah sisa makanan ke dalam Biopond diatur pada hari ke 1, 5, dan 8 dalam kurun waktu 12 hari. Biopond yang digunakan adalah berupa kontainer plastik dengan ukuran 116 x 56 x 28,4 cm (Yoga et al., 2022). Kapasitas rak yang akan digunakan dapat mampu menampung maksimal 3 Biopond dengan dimensi rak yang digunakan adalah 120 x 56 x 170 cm (Yoga et al., 2022).

$$\text{Total Rak} = \frac{\text{total biopond}}{\text{kapasita rak biopond}}$$

Luas Lahan = (Panjang × Lebar) × jumlah rak

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang & lebar ditambahkan 1 m.

Tabel 13. Luas Area Pengolahan Sampah dengan BSF

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Sampah masuk (kg)	16,3	32,6	48,6
Jumlah Biopond	12	24	30
Jumlah Rak	4	8	10
Luas (m ²)	2,70 m ²	5,40 m ²	6,72 m ²

G. Unit Hatchery

Setiap biopond menampung 10.000 ekor larva, hingga jumlah larva yang perlu disiapkan setiap harinya dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah larva menetas dari telur} &= \frac{100}{70} \times \text{larva}_{5\text{-DOL}} \\ \text{Jumlah telur diperlukan} &= \frac{100}{70} \times \text{jumlah larva menetas} \\ \text{Jumlah telur tiap biopond} &= \frac{\text{massa telur}}{\text{massa rerata per satuan telur}} \\ &= \frac{3 \text{ gr/biopond}}{30 \mu\text{g}} \\ &= 10000 \text{ telur/biopond} \end{aligned}$$

Dari estimasi jumlah telur yang ada pada setiap kontainer, maka jumlah kontainer yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan telur dan persiapan larva 5-DOL dalam satu hari adalah sebagai berikut

$$\text{Jumlah kontainer} = \frac{\text{total telur yang dibutuhkan}}{\text{jumlah telur tiap biopond}}$$

Total *hatching kontainer* yang diperlukan untuk dapat menyediakan kebutuhan larva 5-DOL selama 9 hari. Kontainer ini akan disusun dalam suatu rak susun yang kapasitas setiap raknya dapat menampung 1 kontainer. Dimensi rak yang digunakan adalah 120 x 56 x 170 cm

$$\text{Luas Lahan} = (\text{Panjang} \times \text{Lebar}) \times \text{jumlah rak}$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m.

Tabel 14. Luas Area Hatchery

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Jumlah larva menetas dari telur	14.286	28.571	42.857
Jumlah telur diperlukan	20.409	40.815	61.224
Jumlah telur tiap biopond	10000	10000	10000
Jumlah kontainer	9	36	54
Jumlah rak	3	12	
Luas (m ²)	2 m ²	8 m ²	12 m ²

H. Unit Rearing house

Diasumsikan untuk setiap *Rearing house* yang digunakan, persentase antara lalat betina yang kawin terhadap lalat yang tidak kawin atau mandul adalah 70%. Dari jumlah telur yang dibutuhkan setiap hari, maka dapat ditentukan kebutuhan lalat BSF betina yang dibutuhkan untuk setiap *rearing house* sebagai berikut:

$$\text{Jumlah lalat betina} = \frac{\text{kebutuhan larva}}{\text{telur per betina} \times \% \text{ kawin}}$$

$$\text{Jumlah lalat} = \text{lalat betina} + \text{lalat Jantan}$$

Kebutuhan volume untuk setiap *rearing house* didasarkan pada jumlah lalat BSF yang ada di dalamnya. Dengan ukuran kandang sebesar 0,7 x 0,7 x 1,4 m (0,686 m³) dapat memuat BSF dewasa sebanyak 6000 – 10.000 ekor lalat (Eawag, 2017).

$$\text{Luas Lahan} = (\text{Panjang} \times \text{Lebar})$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m.

Tabel 15. Luas Area Hatchery

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Jumlah Lalat betina	83	167	250

Jumlah Lalat total	166	334	500
Luas (m ²)	2,90 m ²	2,90 m ²	2,90 m ²

I. Ruang Pupasi

Ruangan pupasi adalah ruangan di mana kandang ditutupi kain untuk mencegah cahaya masuk. Di dalam ruangan tersebut terdapat tumpukan kontainer yang dapat menampung 15000 ekor prepupa yang sedang pupasi. Kontainer yang akan digunakan berukuran 640 x 430 x 180 mm dengan dimensi ruang pupasi sebesar 70 x 70 x 140 cm. Jumlah kontainer yang digunakan untuk setiap ruang pupasi:

$$\text{Jumlah biopond} = \frac{\text{kebutuhan lalat}}{\text{prepupa per biopond} \times \% \text{ penetasan pupa}}$$

$$\text{Luas Lahan} = (\text{Panjang} \times \text{Lebar}) + \text{jarak}$$

$$= (0,7 \times 0,7) + 1$$

$$= 1,49 \text{ m}^2$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m, sehingga P = 1,7 m dan L = 1,7 m, sehingga luasnya sebesar 2,90 m² untuk semua skenario.

J. Unit Pemanenan Produk

Massa larva akhir = berat larva × jumlah larva

Massa Larva = sampah masuk unit pengolahan – massa kasgot

Massa Larva untuk Siklus = 13,2% × Massa Larva

Massa Produk Larva = massa larva – massa larva untuk siklus

Tabel 16. Pemanenan Produk

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Massa Larva Akhir (ekor/biopond)	1500	3000	4500
Massa Larva (kg/hari)	10,66	21,32	31,98
Massa Larva Siklus (kg/hari)	1,40	2,81	4,22
Massa Produk Larva (kg/hari)	9,26	18,51	27,76

K. Unit Pasca Pengolahan (Pemurnian Larva dan Pemrosesan Residu)

Pemurnian Larva

Area ini terdiri dari luas dari kompor dan katel, ruang gerak petugas, dan ruang penyimpanan sementara larva (Harli, 2020). Kebutuhan area pemurnian larva untuk setiap skenario sebagai berikut:

$$\text{LPPL} = (2\text{LPSL} + \text{LP}) (1+\text{F})$$

$$= (2(1,5) + 2,2) (1+0,20) = 6,6 \text{ m}$$

$$\text{WPPL} = (\text{WP} + \text{WKK}) (1+\text{F})$$

$$= (1,5 + 1,2) (1+0,20) = 3,25 \text{ M}$$

$$\text{APPL} = \text{LPPL} \times \text{WPPL} = 6,6 \times 3,25 = 21,45 \text{ m}^2$$

Keterangan

LPP : Panjang area pembersihan & perebusan larva (m)

LPSL : Panjang penyimpanan sementara (m)

LP : Panjang Petugas (m)

WPPL : Lebar area pembersihan & perebusan larva (m)

WKK : lebar kompor dan katel (m)

WP : Lebar Petugas (m)

APPL : luar area Pemurnian Larva (m²)

F : *freeboard* (20%)

L. Penyimpanan Larva

Area penyimpanan berfungsi untuk menampung larva yang telah dikemas dan siap dijual. Pengemasan dilakukan menggunakan plastik 5 kg dengan ukuran 30 cm × 45 cm. Area penyimpanan larva dapat menampung kemasan yang dihasilkan selama 4 hari (Harli, 2020).

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kemasan produk larva} &= \frac{\text{berat Larva dihasilkan}}{\text{Berat larva per kemasan}} \\ \text{Jumlah kemasan per tumpukan} &= \frac{\text{tinggi rencana tumpukan}}{\text{tebal per kemasan}} \\ &= \frac{1,5}{0,1} = 15 \text{ kemasan} \\ \text{Jumlah kemasan di gudang} &= \text{jumlah kemasan} \times \text{waktu penyimpanan} \\ \text{Luas area penyimpanan} &= \text{Luas kemasan} \times \frac{\text{jumlah produk digudang}}{\text{jumlah kemasan per tumpukan}} \end{aligned}$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m.

Tabel 17. Luas Area Penyimpanan Larva

Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Jumlah kemasan per tumpukan	15	15	15
Jumlah kemasan yang dihasilkan	2	4	6
Jumlah kemasan di gudang	8	16	24
Luas Area (m ²)	1,74	1,88	2,13

M. Pemrosesan Residu (Pengomposan)

Proses pengolahan yang pendek membuat aktivitas mikroba pada residu tetap tinggi, yang dapat menyebabkan penurunan kadar nitrogen dan oksigen di tanah. Penggunaan residu yang belum matang dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil atau bahkan mati. Untuk pengolahan residu, unit pasca pengolahan yang akan digunakan adalah pengomposan *open windrow* (Harli, 2020).

$$\begin{aligned} \text{Lebar windrow} &= 1,5 - 2,0 \text{ m} \\ \text{Ketinggian Max} &= 1,75 \text{ m} \\ \text{Waktu maturasi} &= 30 \text{ hari} \\ \text{Panjang windrow} &= 3 \text{ m} \end{aligned}$$

Volume total kasgot

$$V \text{ total} = \frac{\text{waktu pengomposan} \times \text{residu yang masuk}}{\text{densitas sampah}}$$

$$V \text{ unit} = \frac{(\text{lebar atas} + \text{lebar bawah})}{2} \times \text{tinggi} \times \text{panjang unit}$$

Berdasarkan volume total kasgot dan volume unit, maka jumlah timbunan yang dibutuhkan sebanyak 1 timbunan, sehingga kebutuhan luas yang diperlukan adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar bawah} \times \text{jumlah timbunan} \\ &= 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1 \\ &= 6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m, sehingga P = 4 m dan L = 3 m, sehingga luasnya sebesar 12 m² untuk setiap skenario.

N. Area Pengayakan dan Pengemasan

$$\text{Penyusutan berat kompos} = 50\% \text{ (Manik, 2023)}$$

$$\text{Jam kerja} = 7 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Berat per kemasan} = 5 \text{ kg (Manik, 2023)}$$

$$\text{Berat kompos yang dihasilkan} = \text{berat awal} \times 50\%$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Area Pengayakan} &= P \times L \\ &= (1,7 + 1)(0,9 + 1) \\ &= 5,13 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah kemasan kompos} = \frac{\text{berat kompos dihasilkan}}{\text{Berat kompos per kemasan}}$$

Pengemasan dilakukan menggunakan plastik 5 kg dengan ukuran 30 cm × 45 cm dan mesin *sealer* plastik listrik. Area pengemasan direncanakan dengan panjang 2 m dan lebar 1 m, sehingga luas area pengemasan ialah 2 m²

$$\text{Luas area total} = \text{luas area pengayakan} + \text{luas area pengemasan}$$

$$= 5,13 + 2$$

$$= 7,13 \text{ m}^2$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m, sehingga $P = 2,7 \text{ m}$ dan $L = 2,7 \text{ m}$, sehingga luasnya sebesar $7,29 \text{ m}^2$ untuk tiap skenario.

O. Area Penyimpanan Kompos (Gudang)

$$\text{Jumlah kemasan per tumpukan} = \frac{\text{tinggi rencana tumpukan}}{\text{tebal per kemasan}}$$

$$= \frac{1,5}{0,1} = 15 \text{ kemasan}$$

$$\text{Jumlah kompos di gudang} = \text{jumlah kemasan kompos} \times \text{waktu penyimpanan}$$

$$= 1 \text{ kemasan/hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 30 \text{ kemasan}$$

$$\text{Luas area penyimpanan} = \text{Luas kemasan} \times \frac{\text{jumlah kompos digudang}}{\text{jumlah kemasan per tumpukan}}$$

$$= (0,3 \times 0,45) \frac{30}{15}$$

$$= 0,27 \text{ m}^2$$

Agar memudahkan ruang gerak bagi pekerja, maka Panjang dan lebar ditambahkan 1 m, sehingga $P = 1,52 \text{ m}$ dan $L = 1,52 \text{ m}$, sehingga luasnya sebesar $2,31 \text{ m}^2$ untuk tiap skenario.

P. Pengelolaan Sampah Anorganik

Area penampungan sementara & pemilahan

$$\text{Volume sampah plastik} = 0,088 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume sampah kardus/kertas} = 0,078 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume sampah residu} = 0,007 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi tumpukan rencana} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Volume sampah anorganik dikelola} = 0,088 + 0,078 + 0,007$$

$$= 0,173 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas area} = \frac{\text{Volume plastik} \times \text{sampah anorganik dikelola}}{\text{tinggi tumpukan rencana}}$$

$$= 0,173 \text{ m}^2$$

Pada proses pemilahan, masing-masing jenis akan dimasukkan ke keranjang plastik dengan dimensi $605 \text{ mm} \times 424 \text{ mm} \times 463 \text{ mm}$. Berikut merupakan jumlah keranjang yang diperlukan:

$$\text{Volume keranjang} = P \times L \times T$$

$$= 605 \text{ mm} \times 424 \text{ mm} \times 463 \text{ mm}$$

$$= 0,12 \text{ m}^3$$

$$\text{Keranjang plastik} = \frac{\text{Volume plastik}}{\text{Volume keranjang}}$$

$$= \frac{0,088}{0,12}$$

$$= 1 \text{ unit}$$

$$\text{Keranjang kertas/kardus} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Keranjang residu} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Luas Area Pemilahan} = \text{luas keranjang} \times \text{jumlah keranjang}$$

$$= 0,26 \times 3 = 0,78$$

$$\text{Luas area penampungan sementara & pemilahan} = 0,173 \text{ m}^2 + 0,78 \text{ m}^2$$

$$= 0,95 + 1 \text{ m (ruang gerak)}$$

$$= 1,95 \text{ m}^2$$

Q. Area Kompaksi Sampah Plastik dan Kertas/Kardus

$$\text{Berat Plastik Dikelola} = 6,025 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Berat Sampah Kertas/kardus Dikelola} = 6,580 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Jumlah Plastik (keranjang)} = 1 \text{ keranjang/hari}$$

$$\text{Jumlah kertas/kardus (keranjang)} = 1 \text{ keranjang/hari}$$

$$\text{Luas Keranjang} = 0,26 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Area penampungan} &= (\text{keranjang sampah plastik} + \text{kertas}) \times \text{luas keranjang} \\
 &= (1+1) \times 0,26 \text{ m}^2 \\
 &= 0,52 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas mesin} &= (\text{P mesin} + \text{ruang gerak}) \times (\text{L mesin} + \text{ruang gerak}) \\
 &= (0,8 + 1) \times (0,9 + 1) \\
 &= 3,42 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas area kompaksi} &= \text{luas area penampungan} + \text{luas mesin} \\
 &= 0,52 + 3,42 \\
 &= 3,94 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

R. Area Penyimpanan Sampah Anorganik

Plastik

$$\text{Dimensi Hasil Kompaksi} = 50 \times 50 \times 70 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah bal di gudang} = \frac{\text{waktu penyimpanan}}{\text{frekuensi}}$$

$$\text{Berat bal} = \text{berat sampah per hari} \times \text{frekuensi}$$

Saat disimpan di gudang, 2 bal akan ditumpuk dalam 1 baris sehingga terdapat 5 baris bal sampah plastik di gudang.

Tabel 18. Luas Area Penyimpanan Sampah Anorganik

Keterangan	Plastik	Kertas/Kardus
Berat sampah (kg/hari)	6,025	6,580
Frekuensi Kompaksi	3 kali sehari	3 kali sehari
Waktu penyimpanan (hari)	30	30
Jumlah bal di gudang	10	10
Berat bal	18,075	19,74
Luas Area (m ²)	1,25	1,25

S. Ruang Penyimpanan

$$\text{Area penyimpanan plastik} = 1,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Area penyimpanan kertas} = 1,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Ruang gerak} = 1 \text{ m}^2$$

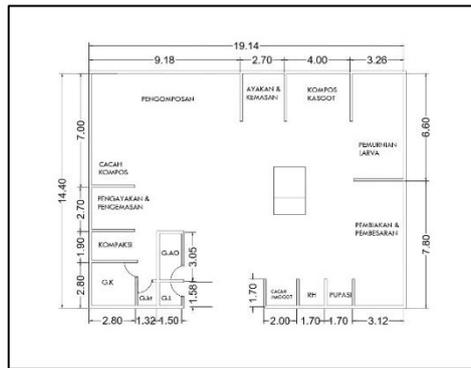
$$\begin{aligned}
 \text{Luas sampah anorganik} &= (1,25 + 1,25) + \text{ruang gerak} \\
 &= 2,5 + 1 \\
 &= 3,5 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas Total Kebutuhan Lahan

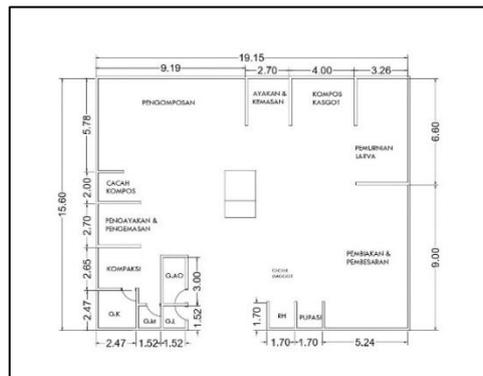
Berdasarkan perhitungan luas yang dibutuhkan, desain ukuran Rumah Kompos dan *Maggot* ini masing-masing komponen telah diubah menjadi lebih mudah untuk pengolahan sampah, lebih mudah proses pembangunan, dan lebih memiliki nilai estetika. Sehingga didapatkan luas lahan sebagai berikut

Tabel 19. Total Kebutuhan Luas Lahan

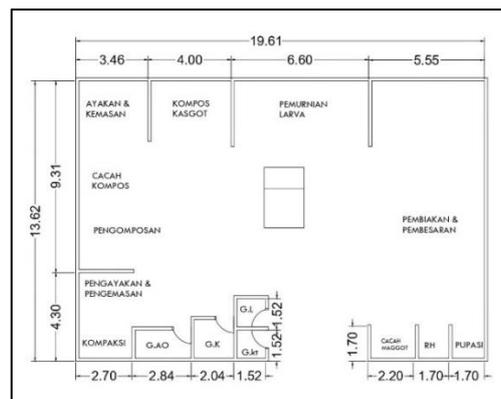
Keterangan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Luas Area (m ²)	276	299	267



Gambar 2. Desain Layout Skenario 1



Gambar 3. Desain Layout Skenario 2



Gambar 4. Desain Layout Skenario 3

4. Kesimpulan

Rancangan rumah kompos direncanakan akan memiliki area pemilahan, area pencacahan, area pengomposan, area bak lindi, area pengayakan dan pengemasan, serta area penyimpanan. Sedangkan untuk rumah *maggot* direncanakan memiliki area pencacahan pakan maggot, area pengolahan sampah BSF, area *Hatchery*, area *Rearing House*, area pupasi, area pemurnian larva, area pengomposan kasgot, area pengayakan dan pengemasan, area penyimpanan larva, dan area penyimpanan, serta untuk sampah anorganik direncanakan memiliki area penampungan dan pemilahan sampah anorganik, area kompaksi, dan area penyimpanan sampah anorganik. Rancangan rumah kompos dan *maggot* memiliki 3 skenario desain. Skenario 1 mengalokasi 75% untuk rumah kompos dan 25% untuk *maggot*, dan memiliki luas sebesar 276 m². Skenario 2 mengalokasi 50% untuk rumah kompos dan 50% untuk *maggot*, dan memiliki luas sebesar 299 m². Skenario 3 mengalokasi 25% untuk rumah kompos dan 75% untuk *maggot*, dan memiliki luas sebesar 267 m². Berdasarkan luas lahan yang paling kecil, maka desain yang akan digunakan adalah skenario 3 dengan ukuran 267 m².

5. Daftar Pustaka

- Apriliya, D., Utami, T., Rosariawari, F., Lingkungan, J. T., Pembangunan, U., Veteran, N. ", Timur, J., & Koresponden, S. *. (2024). *Perencanaan Desain Tempat Pengolahan Sampah 3R (Reuse, Recycle, Reduce) di Wilayah Gresik Utara. IX(2)*.
- Harli, M. S. A. (2020). *Perencanaan Fasilitas Black Soldier Fly (BSF) Untuk Mengolah Sampah Organik di Tempat Pengolahan Sampah (TPS) Cijambe, KOTA Bandung*.
- Haryanta, D., Thorihon, M., & Gunawan, B. (2017). *Buku Teknologi Tepat Guna Pengomposan*.
- Manik, I. M. (2023). *PERENCANAAN TEMPAT PENGOLAHAN SAMPAH REDUCE, REUSE, RECYCLE (TPS 3R) DESA SANGKIMA KECAMATAN SANGATTA SELATAN*.
- Marcella, R., Triadi, A., Mirwan, M., Aulia, D., Farahdiba, U., & Kunci, K. (n.d.). *Reduksi Sampah Rumah Tangga dengan Menerapkan Pengomposan Biopori dan Drum Komposter di Wilayah Jambangan*. <http://esec.upnvjt.com/>
- Nuha, A. A. (2021). *PROBLEMATIKA SAMPAH DAN UPAYA MENJAGA KEBERSIHAN LINGKUNGAN DI DUSUN KRAJAN DI DESA RANDUAGUNG KECAMATAN RANDUAGUNG KABUPATEN LUMAJANG*.
- Qowasmi, F. N. (2023). *Efektivitas Larva Black Soldier Fly (Maggot) sebagai Metode Alternatif Penguraian Sampah Organik. 01, 179–184*.
- Rukmini, P., Luthfiana Rozak, D., Winarso, S., & Pendidikan Guru Sekolah Dasar STKIP, P. N. (2020). *Pengolahan Sampah Organik Untuk Budidaya Maggot Black Soldier Fly (BSF)*.
- Sekarsari, R. W., Halifah, N., Rahman, T. H., Farida, A. J., Ibrahim, M., Kandi, A., Nurfadilla, E. A., Anwar, M. M., Almu, F. F., Arroji, S. A., Arifaldi, D. F., & Fuadah, Z. (2020). *PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK UNTUK PENGOLAHAN KOMPOS (Vol. 1, Issue 3)*.
- Wijaya, Y. F., & Ratnawati, R. (2023). *Redesain Tempat Penampungan Sampah 3R di Desa Tambak Rejo Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo*.
- Yoga, O. :, Pangestu, B., Produk, D., Teknik, F., Dan, S., Institut, P., Adhi, T., Surabaya, T., & Hidayat, M. J. (2022). *DESAIN SARANA BUDIDAYA LALAT BLACK*