

SIMULASI PENGELOLAAN SAMPAH DI PASAR TOHAGA CILEUNGI KABUPATEN BOGOR

Iga Rizkiana Fatmawati¹⁾, Miftahudin²⁾, Amar Maruf³⁾

Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Ilmu Pangan Halal Universitas

Djuanda, Jl.Tol Ciawi No.1, Bogor 16720.

* Email: fatmawatirizkiana@gmail.com

ABSTRAK

Sampah merupakan masalah yang sangat sulit diatasi karena semua aktivitas manusia menghasilkan sampah terutama aktivitas di pasar. Sampah organik cenderung mendominasi sampah yang dihasilkan di pasar. Penelitian ini telah dilakukan untuk mengidentifikasi jumlah dan jenis sampah, melakukan simulasi pengelolaan sampah selama 5 tahun kedepan dan merekomendasikan pengelolaan sampah untuk mengurangi beban penumpukan menggunakan pemodelan dinamis. Metode yang digunakan yaitu sistem dinamis dengan membuat perhitungan berdasarkan data saat ini atau sebelumnya untuk memahami kondisi di masa depan. Pembuatan causal loop diagram dan perhitungan stock and flow diagram berdasarkan variabel jumlah sampah non-organik dan organik di setiap blok. Data yang dihasilkan merupakan data linier sehingga uji validasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan didapatkan penyimpangan sampah non-organik 3,8% dan organik 2,9%. Hasil skenario dasar menunjukkan timbulan sampah pada tahun ke 5 mengalami peningkatan sekitar 1.397.266 kilogram sampah non-organik dan organik 23.266.559 kilogram. Penentuan empat skenario alternatif menggunakan kuesioner yang dibagikan kepada responden. Skenario maggot dan 3R merupakan skenario paling efektif yang dapat dilakukan karena dapat menurunkan jumlah sampah non-organik dan organik 5 tahun kedepan sekitar 6.613.350 kg.

Kata Kunci: sampah pasar, pengelolaan sampah, simulasi, pendekatan sistem dinamis, skenario.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan masalah yang sangat sulit dipecahkan karena semua aktivitas manusia menghasilkan sampah. Pasar merupakan tempat penjual dan pembeli dapat dengan mudah bertukar barang dan jasa. Perdagangan dan pasar menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup besar. Sampah yang dihasilkan oleh aktivitas pasar disebut sebagai sampah pasar. Sampah ini didominasi sampah

organik maupun non-organik. Sampah organik lebih mendominasi sampah pasar karena dihasilkan oleh penjual sayur atau buah.

Menurut Sari et al. (2018), pengelolaan sampah adalah cara yang paling efisien untuk menangani jumlah sampah. Pengelolaan sampah yang efisien diperlukan karena pertumbuhan produksi sampah setiap hari. Perhatian langsung dan jangka panjang harus diberikan pada sampah. Perencanaan dan pemodelan harus dilakukan dengan baik untuk menghindari masalah sampah di masa depan. Salah satu pendekatan pemodelan yang banyak digunakan dalam analisis pengelolaan sampah adalah pendekatan sistem dinamis (Popli et al. 2017). Metode ini digunakan dengan membuat perhitungan berdasarkan data saat ini atau sebelumnya untuk memahami kondisi di masa depan.

Kecamatan Cileungsi memiliki pasar tradisional yang terletak di Jalan Raya Narogong dengan nama "Pasar Tohaga Cileungsi Kabupaten Bogor". Pasar ini memiliki 2021 kios aktif yang berpotensi memproduksi lebih banyak sampah di pasar. Pengelolaan sampah yang kurang efektif mengakibatkan penumpukan sampah yang sangat besar di pasar. Menganalisis komposisi dan volume sampah yang dihasilkan diperlukan sebelum mengimplementasikan strategi pengelolaan sampah. Penulis bertujuan mengembangkan strategi pengelolaan sampah alternatif dan mengurangi beban penumpukan sampah yang ada di Pasar Tohaga Cileungsi Kabupaten Bogor.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pasar Tohaga Cileungsi Kabupaten Bogor pada bulan Februari-Juli 2023.

Metode

1. Penentuan topik

Pada tahap ini dilakukan penentuan tema studi literatur, yaitu mengenai simulasi pengelolaan sampah di Pasar Tohaga Cileungsi Kabupaten Bogor.

2. Pengumpulan literatur

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan literatur terkait sistem dinamis, khususnya pada penggunaan sistem dinamis di berbagai penelitian terdahulu.

3. Menganalisa faktor

Mengidentifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi sistem adalah langkah pertama dalam analisis faktor. Tujuan mengidentifikasi variabel adalah untuk meningkatkan pemahaman tentang sistem yang diteliti sekaligus mempermudah pembuatan lebih banyak model.

4. Membuat *causal loop* diagram

Causal loop diagram dirancang untuk menampilkan faktor-faktor kunci yang akan dibahas dalam model. Dalam hal ini telah di susun sesuai dengan variabel-variabel awal yang telah dihubungkan dengan hubungan sebab-akibat dalam lingkaran sebab akibat, yang diilustrasikan dengan tanda panah.

5. Membuat *stock and flow* diagram

Penyusunan *stock and flow* diagram dilakukan berdasarkan *causal loop* diagram yang sudah disusun sebelumnya. *Stock and flow* diagram ini merupakan penjabaran rinci dari sistem yang sebelumnya ditunjukkan oleh *causal loop* diagram ini memperhatikan pengaruh waktu terhadap keterkaitan antar variabel, sehingga nantinya setiap variabel mampu menunjukkan hasil akumulasi untuk variabel *level* atau *stock*, dan variabel yang merupakan laju aktivitas sistem tiap periode waktu yang disebut *rate* atau *flow*.

6. Menguji validasi

Tujuan uji validasi model adalah untuk mengetahui validitas model yang dikembangkan. Jumlah sampah non-organik dan organik di Pasar Tohaga Cileungsi Kabupaten Bogor pada bulan Februari-Juli 2023 divalidasi menggunakan data nyata dan data simulasi. Dalam penelitian ini, metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE) digunakan untuk validasi model.

7. Membuat Skenario Alternatif

Skenario alternatif ialah membuat rekomendasi strategi perbaikan untuk mengatasi masalah yang muncul dalam model sistem. Situasi ini dapat dilakukan dengan mengubah parameter (Alhamri dan Suryani 2016).

Skenario alternatif diambil berdasarkan kuesioner yang dibagikan pada tanggal 30 Agustus 2023 kepada 30 responden yaitu 10 pedagang, 10 karyawan toko dan 10 karyawan pasar. Pembagian kuesioner hanya dilakukan di 10 blok yaitu blok A-E dan G-K karena terdapat blok yang kategori penjualannya sama sehingga cukup untuk mewakili pengambilan kuesioner.

Sumber Data

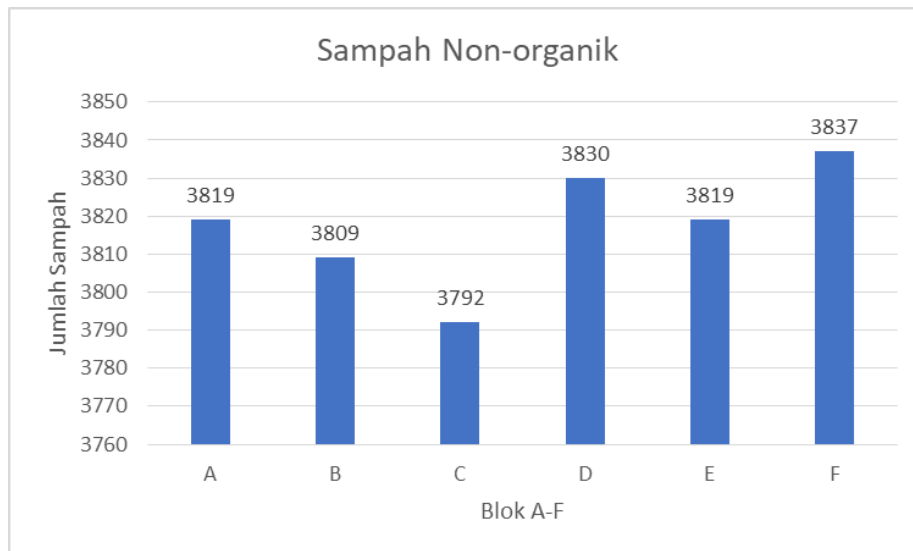
Data sekunder: denah peta pasar, jenis sampah pasar, jumlah sampah, dan sumber sampah yang masuk ke TPS.

Data primer: observasi lapangan dan wawancara.

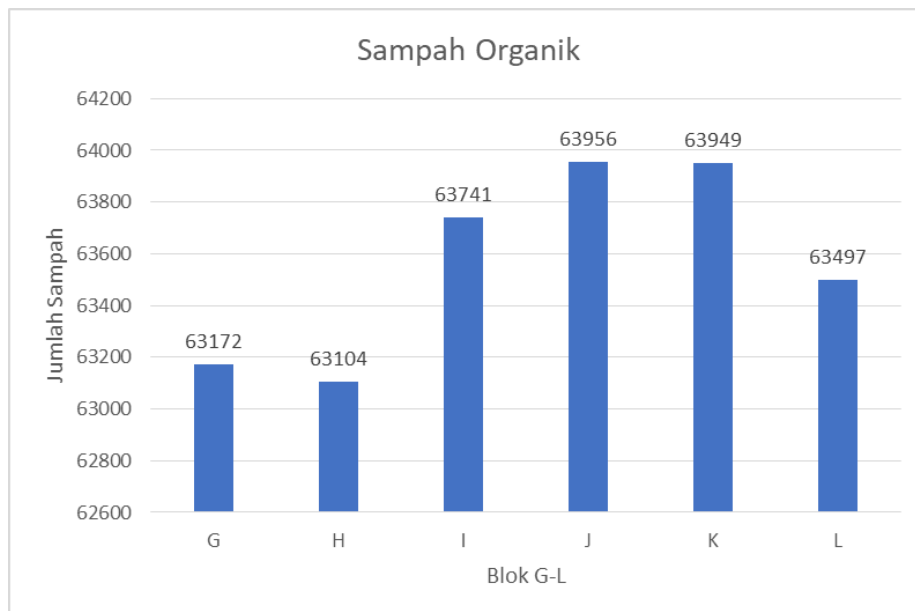
HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengidentifikasi jumlah dan mengetahui jenis sampah

Konseptualisasi sistem diawali dengan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi sistem pengelolaan sampah. Identifikasi variabel dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang berhubungan dengan aliran sampah pada sistem. Dari hasil identifikasi diperoleh data variabel jumlah sampah non-organik dan organik pada bulan Februari 2023 yang dapat dilihat pada Gambar-1 dan Gambar-2.



Gambar-1. Data sampah non-organik

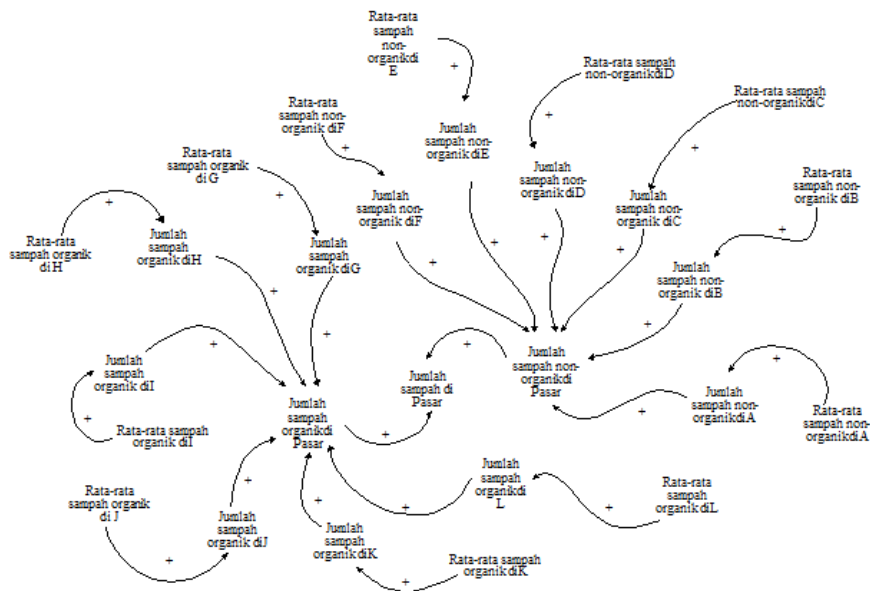


Gambar-2. Data sampah organik

Berdasarkan data sekunder dan primer, terdapat dua jenis sampah yang berada di Pasar Tohaga Cileungsi Kabupaten Bogor yaitu sampah non-organik dan organik. Sampah B3 tidak mengidentifikasi karakteristik sampah yang ada di pasar karena jumlahnya yang tidak terlalu dominan sehingga hanya menggunakan sampah non-organik dan organik.

Causal Loop diagram

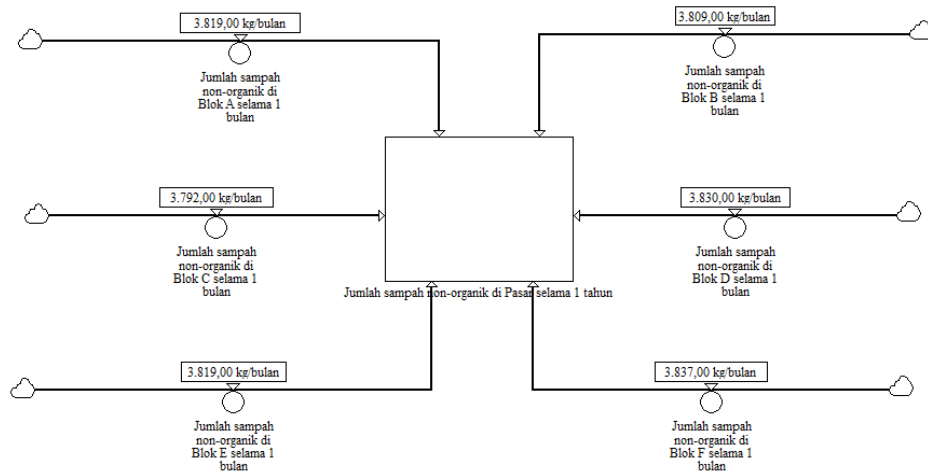
Metode sistem dinamis pada penelitian ini menggunakan analisa *causal loop* diagram. CLD menunjukkan bahwa rata-rata sampah non-organik di blok A, B, C, D, E, dan F akan meningkatkan keseluruhan jumlah sampah non-organik pada blok tersebut, yang selanjutnya akan mempengaruhi jumlah sampah non-organik di pasar. Rata-rata jumlah sampah organik pada blok G, H, I, J, K, dan L akan meningkatkan keseluruhan jumlah sampah organik pada blok tersebut, yang selanjutnya akan mempengaruhi jumlah sampah organik di pasar. Jumlah sampah yang beredar di pasaran meningkat karena adanya jumlah sampah organik dan non-organik.



Gambar-3. Causal loop diagram pengelolaan sampah

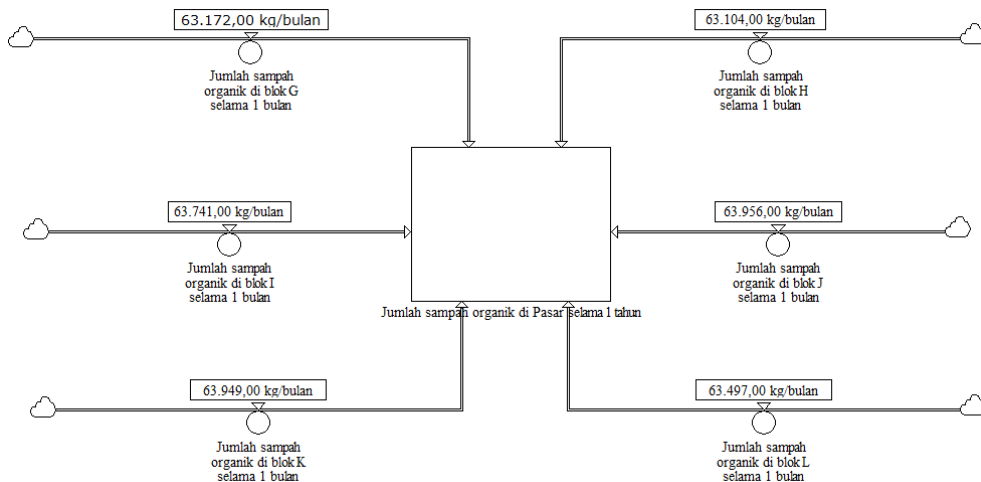
Stock and Flow Diagram

Diagram *stock and flow* model pengelolaan sampah Pasar Tohaga Cileungsi dikembangkan berdasarkan diagram *causal loop*, dengan variabel jumlah sampah di pasar sebagai variabel utamanya.



Gambar-4. Stock and flow diagram non-organik

Berdasarkan Gambar-4 bentuk persegi diketahui merupakan *stock* sampah non-organik dari blok A sampai F selama 1 bulan. Jumlah sampah non-organik di Pasar Tohaga Cileungsi mengalami peningkatan selama 1 tahun kedepan sekitar 297.778 kg/tahun.



Gambar-5. Stock and flow diagram organik

Berdasarkan Gambar-5 bentuk persegi diketahui merupakan *stock* sampah organik dari blok G sampai L selama 1 bulan. Jumlah sampah organik di Pasar Tohaga Cileungsi mengalami kenaikan selama 1 tahun kedepan sekitar 297.778 kg/tahun.

Uji Validasi

Tujuan uji validasi model adalah untuk mengetahui validitas model yang dikembangkan. Sesuai data pada Lampiran 2 bahwa data tersebut merupakan data

linier karena data terus bertambah setiap bulannya, oleh sebab itu uji validasi menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

Tabel 1. Uji validasi sampah non-organik

Bulan	Simulasi (xt)	Nyata (yt)
Februari 2023	22.906	22.906
Maret 2023	45.812	47.802
April 2023	68.718	71.686
Mei 2023	91.624	96.375
Juni 2023	114.530	120.162
Juli 2023	137.436	144.916

Tabel 2. Uji validasi sampah organik

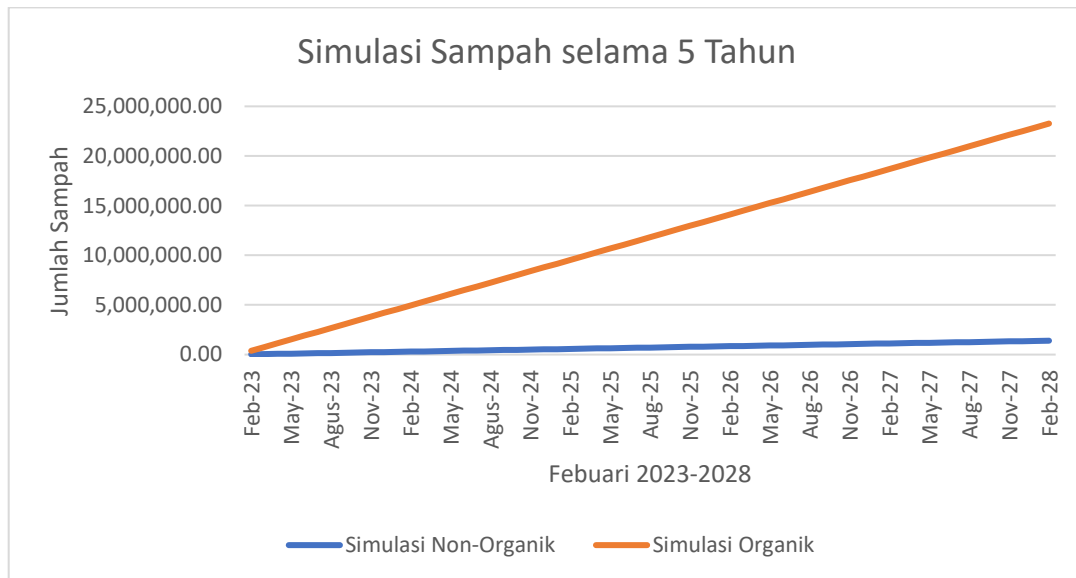
Bulan	Simulasi (xt)	Nyata (yt)
Februari 2023	381.419	381419
Maret 2023	762.838	786045
April 2023	1.144.257	1.176.923
Mei 2023	1.525.676	1.585.879
Juni 2023	1.907.095	1.976.272
Juli 2023	2.288.514	2.386.246

Hasil perhitungan pada Tabel 1 dan 2 validasi model menunjukkan penyimpangan sampah non-organik sebesar 3,8% dan organik sebesar 2,9%. Menurut Nisa et al. 2023, berdasarkan standar akurasi model nilai MAPE, nilai MAPE <10% sangat tepat, 10-20% tepat, 20-50% cukup tepat, >50% tidak tepat. Karena nilai simulasi berada dalam kisaran 10%, maka dapat dikatakan bahwa model tersebut sangat akurat.

Melakukan Simulasi Untuk Pengelolaan Sampah

***Business As Usual* (skenario dasar)**

Skenario dasar adalah skenario "tidak melakukan apa-apa", di mana tidak ada perubahan yang dilakukan terhadap model dan model tetap berada pada kondisi saat ini tanpa upaya atau metode untuk menjadikannya lebih baik.



Gambar-6. Simulasi sampah selama 5 tahun

Dapat dilihat pada Gambar-6 merupakan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan program *Powersim Studio 10*, dan menunjukkan bahwa sampah mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu. Sekitar 297.778 kg sampah non-organik dan 4.958.447 kg sampah organik akan dihasilkan pada tahun 2024. Tahun 2028 produksi sampah non-organik akan meningkat sekitar 1.397.266 kg, sedangkan produksi sampah organik akan meningkat sekitar 23.266.559 kg.

Rekomendasi Pengelolaan Sampah untuk Mengurangi Beban Penumpukan

1. Skenario pengelolaan sampah dengan 3R

Pengelolaan sampah 3R lebih menekankan pada pencegahan pembentukan sampah, pengurangan sampah dengan mendorong barang-barang yang dapat didaur ulang dan digunakan kembali, serta meminimalkan barang-barang sekali pakai (Junaidi dan Utama 2023). Hasil kuesioner menunjukkan 21 responden (70%) memilih skenario pengolahan sampah dengan 3R sehingga efisiensi sampah yang dihasilkan 5 tahun kedepan sekitar 419.179 kg.

2. Skenario pengelolaan sampah dengan insinerasi

Insinerasi merupakan teknik pengolahan sampah melalui pemrosesan yang melibatkan temperatur tinggi. Sampah diubah menjadi abu, gas sisa pembakaran, partikel, dan energi panas selama pembakaran sampah (Patil et al. 2014). Berdasarkan hasil kuesioner menunjukkan 11 responden (36,6%) memilih skenario pengolahan sampah dengan insinerasi sehingga efisiensi sampah yang dihasilkan 5 tahun kedepan sekitar 885.886 kg.

3. Skenario pengelolaan sampah dengan kompos

Pengomposan adalah teknik pengelolaan sampah organik yang mengurangi dan mengubah sampah menjadi produk yang bernilai (Suwatanti dan Widiyaningrum 2017). Berdasarkan hasil kuesioner sebanyak 18 responden (60%) memilih untuk skenario pengomposan. Jumlah sampah yang dihasilkan 5 tahun kedepan pada skenario pengompasan sekitar 9.306.623 kg.

4. Skenario pengelolaan sampah maggot

Salah satu organisme potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai pengurai sampah organik adalah black soldier fly (BSF). Potensi penguraian dengan menggunakan larva BSF sangat menguntungkan karena larva BSF yang dipanen dapat digunakan sebagai pakan alternatif pengganti pakan konvensional sumber protein untuk pakan ternak (Dortmans et al 2017).

Berdasarkan hasil kuesioner 22 responden (73,3%) memilih skenario pengelolaan sampah dengan maggot sehingga sampah yang dihasilkan 5 tahun kedepan sekitar 6.212.171 kg.

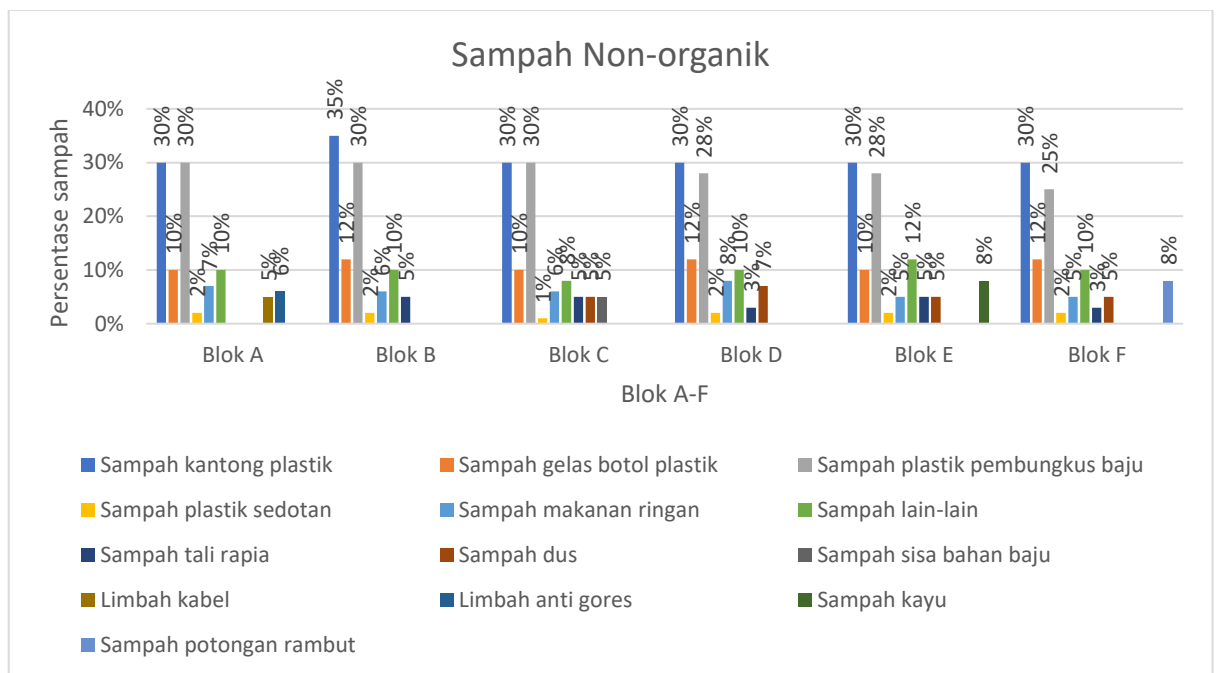
Perhitungan skenario alternatif untuk pengelolaan sampah pada tahun 2028 di Pasar Tohaga Cileungsi :

- a. Skenario kompos + 3R = 9.725.802 kg
- b. Skenario kompos + Insinerasi = 10.192.509 kg
- c. Skenario Maggot + 3R = 6.631.350 kg
- d. Skenario Maggot + Insinerasi = 7.098.057 kg

Hasil perhitungan skenario alternatif, didapatkan bahwa skenario maggot dan 3R merupakan skenario paling efektif untuk menurunkan jumlah sampah di Pasar Tohaga Cileungsi Kabupaten Bogor.

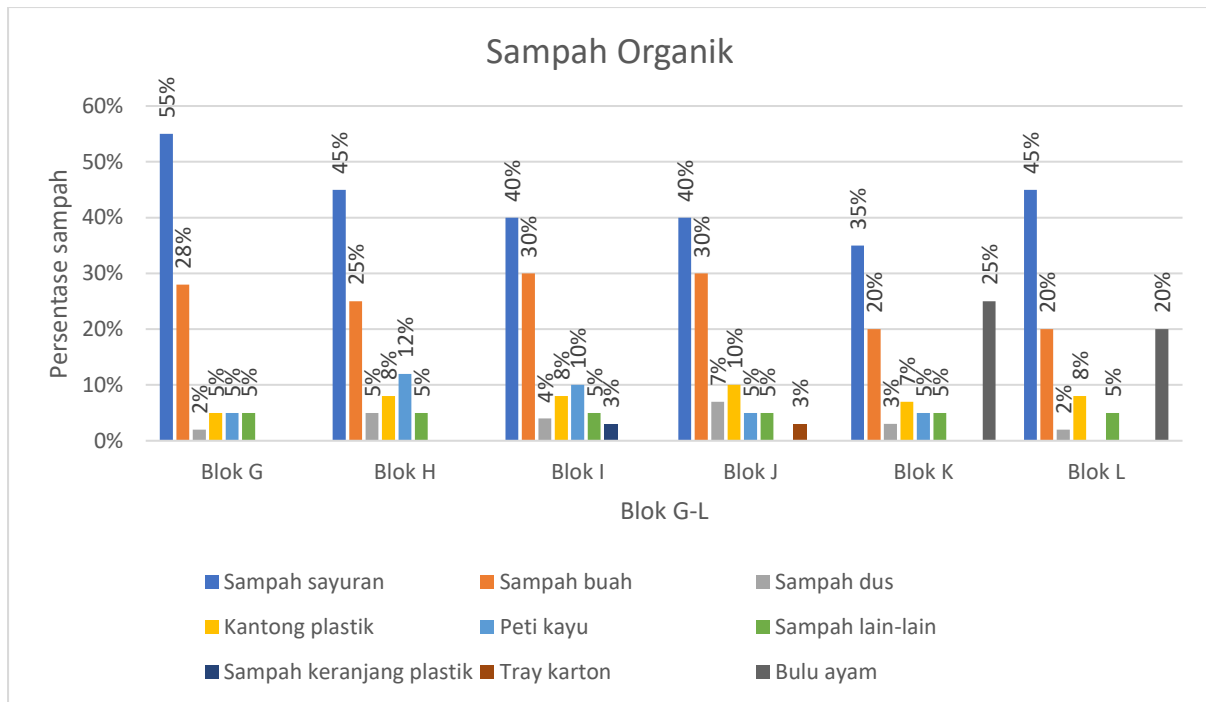
Perbandingan Persentase Sampah Non-organik dan Organik

Dari hasil pengumpulan data sekunder, perhitungan dan pengukuran sampah di lapangan dapat diketahui perbandingan jumlah timbulan sampah dari rumah non-organik dan organik. Timbulan sampah blok A-F menghasilkan 90% sampah non-organik dan 10% menghasilkan sampah organik. Sedangkan, blok G-H menghasilkan sampah organik 76% dan sampah non-organik 24%. Persentase berat sampah non-organik dan organik dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



Gambar-7. Persentase sampah non-organik

Pada Gambar-7 persentase jumlah sampah plastik terbesar terdapat pada blok A-F karena aktivitas penjual pakaian dan karyawan toko yang cukup banyak. Pengelolaan sampah dengan 3R dapat diterapkan dengan cara membawa tempat makan, mendaur ulang untuk kerajinan tangan dan menggunakan tas belanja ramah lingkungan.



Gambar 8. Persentase sampah organik

Pada Gambar-8 dapat diketahui bahwa komposisi sampah organik terdiri dari sampah sayuran, buah dan bulu ayam yang dapat digunakan untuk pakan maggot. Hal ini mengindikasikan bahwa pengelolaan sampah dengan maggot cocok untuk diterapkan pada blok G-L. Selain itu sampah peti kayu, dus, tray karton dan keranjang plastik dapat digunakan kembali atau di manfaatkan menjadi kerajinan tangan.

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan merupakan simulasi pengelolaan sampah di Pasar Tohaga Cileungsi menggunakan metode sistem dinamis. Untuk menentukan kondisi awal yang akan dijadikan skenari dilakukan observasi selama 28 hari, terdapat 26 variabel jumlah sampah non-organik di blok A-F dan jumlah sampah organik di blok G-L selanjutnya pembuatan *causal loop* diagram. Pada perhitungan *stock and flow* diagram selama 5 tahun ke depan sampah non-organik sekitar 1.397.266 kg dan organik sekitar 23.266.559 kg. Uji validasi menggunakan MAPE karena merupakan data linier yang terus bertambah setiap bulannya penyimpangan sampah non-organik 3,8% dan organik 2,9%. Penentuan 4 usulan skenario alternatif diambil berdasarkan

aspek lingkungan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada pedagang, karyawan pasar dan karyawan toko. Skenario pengelolaan sampah dengan maggot dan 3R merupakan usulan yang optimal karena dapat menurunkan jumlah sampah non-organik dan organik dengan jumlah sampah 5 tahun kedepan sekitar 6.631.350 kg.

REFERENSI

- Alhamri, R. Z., & Suryani, E. (2016). Kajian Potensi Energi Panas Bumi Sebagai Alternatif Pembangkit Energi Listrik Terbarukan: Sebuah Framework Sistem Dinamik. *Sisfo*.
- Junaidi, Abdul Alimun Utama, F., Teknologi, D., Sumbawa, U. T., Psikologi, F., Humaniora, D., & Sumbawa, U. T. (2023). ANALISIS PENGELOLAAN SAMPAH DENGAN PRINSIP 3R (Reduce , Reuse , Recycle) (Studi Kasus Di Desa Mamak Kabupaten Sumbawa), 7(1), 706–713.
- Nisa, J. M. M. R. (2023). Estimasi Luas Lahan Tempat Pembuangan Akhir.pdf. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 15(1), 39–43.
- Patil, A. A., Kulkarni, A. A., & Patil, B. B. (2014). Waste to energy by incineration. *Journal of COmputing Technologies*, 3(6), 12–15. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/278036539>
- Popli, K., Sudibya, G. L., & Kim, S. (2017). A Review of Solid Waste Management using System Dynamics Modeling. *Journal of Environmental Science International*, 26(10), 1185–1200.
- Sari, S. P., Surbakti, A., & Yolida, B. (2018). Hubungan antara Pengetahuan Perubahan Lingkungan dengan Sikap Peserta Didik dalam Pengelolaan Sampah. *Bioterdidik*, 6(6), 117–126.
- Suwatanti, E., & Widiyaningrum, P. (2017). Dampak Analisa Vegetasi Pohon. *Jurnal MIPA*, 40(1), 1–6. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM>