

## **Analisa Kuantitas dan Komposisi Timbulan Sampah Makanan Supermarket di Surabaya**

**Nakita Andara Maharani<sup>1</sup>, Naniek Ratni Juliardi A.R.<sup>2</sup>, Aussie Amalia<sup>3</sup>, Aulia Ulfah Farahdiba<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: <sup>1</sup>nakitaandara@yahoo.com, <sup>2</sup>nanik\_rjar@upnjatim.ac.id

### **Abstract**

*One of the serious problems being faced by several countries is food waste. The percentage of food waste generated in Indonesia in the last 20 years has tended to increase. In 2000, food waste generation in Indonesia was 39%, while in 2019 it increased to 55%. And 44% of food waste is food that is still suitable for consumption. There are various factors that can affect the amount of food waste generation. One of them is food waste behavior or someone's behavior towards food waste. In this study, researchers will analyze the quantity and composition of waste and also packaging type of waste generation from a supermarket located in Surabaya, East Java. As for this research, it used a survey collection technique in the form of secondary data, namely data collected by researchers from one of the supermarkets in Surabaya. Secondary data on waste composition and generation obtained are Oily fruits/seeds (peanuts, green beans, and coconut), Grains (wheat, rice, corn, wheat flour), Vegetables, Meat (beef, goat, chicken, pork), fish, milk, eggs, starchy foods, sugar, oil and fat. From the data that has been obtained, it is known that the generation of food waste at the Supermarket X is 40.8 kg per day with the dominating composition of waste consisting of vegetables, fruit and meat.*

**Kata Kunci:** Composition, Waste Generation, Supermarkets.

### **Abstrak**

Permasalahan serius yang sedang dihadapi oleh beberapa negara ialah sampah makanan. Persentase timbulan sampah makanan di Indonesia selama 20 tahun terakhir cenderung mengalami kenaikan. Pada tahun 2000 timbulan sampah makanan di Indonesia sebesar 39% sedangkan pada tahun 2019 meningkat menjadi 55%. Dan dari 44% sampah makanan merupakan makanan yang masih layak konsumsi. Terdapat berbagai macam faktor yang dapat memengaruhi banyaknya timbulan sampah makanan. Salah satunya ialah *food waste behavior* atau perilaku seseorang pada sampah makanan. Dalam penelitian ini akan dianalisis kuantitas dan komposisi timbulan sampah serta jenis kemasan sampah dari salah satu supermarket yang berada di Surabaya, Jawa Timur. Adapun metode teknik pengumpulan survei menggunakan data sekunder, yaitu data yang dikumpulkan peneliti yang berasal dari salah satu supermarket di Surabaya. Data sekunder komposisi dan timbulan sampah yang didapat adalah Buah Buah/biji berminyak (kacang tanah, kacang hijau, dan kelapa), Padi – padian (gandum, beras, jagung, tepung terigu), Sayuran, Daging (sapi, kambing, ayam, babi), Ikan, Susu, Telur, Makanan berpati, Gula, Minyak dan lemak. Dari data yang sudah didapat, diketahui bahwa Timbulan sampah makanan pada Supermarket X ialah sebesar 40,8 kg per hari dengan komposisi sampah yang mendominasi ialah sayur, buah, dan daging.

**Kata Kunci:** Komposisi, Timbulan Sampah, Supermarket.

## **1. PENDAHULUAN**

Pasar modern merupakan sarana yang menjual kebutuhan rumah tangga serta bahan pokok sehari – hari secara eceran. Pasar modern pertama kali masuk di Indonesia tercatat pada awal tahun 1970 (Pandin, 2009). Pasar modern dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu minimarket, supermarket, dan hypermarket.

Salah satu masalah serius yang sedang dihadapi oleh beberapa negara ialah sampah makanan (Tamara et al., 2020). Tak terkecuali Indonesia yang merupakan salah satu negara dengan tingkat sampah makanan yang tinggi (Economist Intelligence Unit, 2021). Persentase timbulan sampah makanan di Indonesia selama 20 tahun terakhir cenderung mengalami kenaikan. Pada tahun 2000 timbulan sampah makanan di Indonesia sebesar 39% sedangkan pada tahun 2019 meningkat menjadi 55%. Dan dari 44% sampah makanan merupakan makanan yang masih layak konsumsi (Bappenas, 2021).

*Food waste* atau sampah makanan merupakan makanan konsumsi manusia yang dibuang baik sudah kadaluwarsa atau belum yang akhirnya terbuang dari rantai pasokan makanan (*food supply chain*) (FAO, 2013). *Food supply chain* atau rantai pasokan makanan merupakan peredaran atau daur hidup makanan dari pertanian hingga sampai pada konsumen. Sampah makanan juga mencakup bagian makanan yang bisa dan tidak dimakan manusia, seperti kulit, tulang, dll. Sampah makanan dihasilkan pada sektor tertentu, seperti pemrosesan produk makanan, *retail*, layanan makanan, dan rumah tangga (UNEP, 2021). Terdapat berbagai macam faktor yang dapat memengaruhi banyaknya timbulan sampah makanan. Salah satunya ialah *food waste behavior* atau perilaku seseorang pada sampah makanan. *Food waste behavior* dipengaruhi oleh gaya hidup, rutinitas harian, rutinitas perencanaan makanan, dan sosio-demografi. Selain itu, pengetahuan dan perilaku yang buruk terhadap perencanaan makanan juga dapat meningkatkan jumlah timbulan sampah makanan (Chaerul & Zatadini, 2020).

Sampah makanan memiliki kandungan zat organik yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Fadlilah & Yudihanto, 2013). Menurut Brancoli et al. (2017), makanan sepanjang daur hidupnya (*life cycle*) ikut berkontribusi dalam pencemaran lingkungan seperti perubahan iklim, eutrofikasi, penipisan lapisan stratosfer, penipisan sumber daya alam, hilangnya keanekaragaman hayati, dan pengasaman air. Sampah makanan yang sudah terbuang selanjutnya akan menumpuk dan tertimbung dengan sampah lain. Sampah yang tertimbun secara terbuka di TPA akan terjadi dekomposisi secara anaerobik yang dapat menghasilkan gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) (Romawati, 2018). Sementara itu beberapa dampak pengolahan sampah makanan pada lingkungan yang umum dikaji adalah gas rumah kaca (GRK), asidifikasi, dan eutrofikasi.

Pada sektor *retail*, produk yang dianggap tidak layak untuk dijual karena produk cacat ataupun sudah mendekati tanggal kadaluwarsa akan dipindai melalui pembaca kode batang atau *barcode* dan data akan otomatis tersimpan pada database supermarket. Sedangkan produk yang tidak memiliki *barcode*, seperti buah dan sayur akan ditimbang yang kemudian akan dicatat dan dimasukkan dalam database supermarket secara manual (Brancoli et al., 2017). Sektor *retail* dalam rantai pasokan makanan memiliki peran penting untuk pencegahan sampah makanan dan memiliki pengaruh yang signifikan pada *stakeholders* lain (Schneider & Eriksson, 2020). Kegiatan yang meliputi pengurangan sampah ialah dengan melakukan membatasi timbulan, mendaur ulang, dan pemanfaatan kembali. Berdasarkan uraian diatas, peneliti ingin menganalisis kuantitas dan komposisi timbulan sampah dari salah satu supermarket yang berada di Surabaya, Jawa Timur.

Pengolahan sampah merupakan proses yang berfungsi untuk mendegradasi, menghilangkan, atau mentrasformasikan sampah menjadi zat atau fase yang lain (Rachim, 2017). Pengolahan yang akan digunakan dapat dilihat dari jenis sampah yang akan diolah.

Tabel. 1 Pengolahan Sampah

Komposting	Daur Ulang	Sampah
Sayur dan buah	Botol	Bungkus makanan
Makanan busuk	Kaleng	Sterofoam
Kardus	Wadah logam	Sarung tangan plastik
Tissue dan kertas	Plastik	Karet gelang
Potongan kayu	Kardus	Peralatan makanan
Bunga, tanaman, dan tanah	Kertas	plastik
Ampas kopi	Aluminium	Tali dan benang
Roti		Kawat
Makanan kemasan		

Adapun beberapa teknologi pengolahan yang sering digunakan ialah

### 1. Komposting

Merupakan salah satu pengolahan sampah secara *preventive*. Komposting merupakan proses biologi menggunakan mikroorganisme yang berfungsi untuk mengubah sampah organik seperti sampah makanan, menjadi material seperti tanah yang biasa disebut kompos atau humus. Mikroorganisme berfungsi sebagai sumber energi serta sebagai sintesis sel mikroorganisme baru (Gaol, 2017). Proses komposting biasanya mengalami penyusutan sebesar 30 – 50% dari volume awal (Ula et al., 2021).

### 2. Anaerobik Digestion

Merupakan salah satu pengolahan sampah dimana bakteri akan memecahkan bahan organik tanpa menggunakan oksigen dan akan menghasilkan biogas. Biogas sendiri terdiri oleh metana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), serta uap air dan gas dalam jumlah kecil. Proses anaerobik digestion akan menghasilkan hasil akhir yang disebut dengan digestat. Digestat merupakan campuran basah yang akan dipisahkan menjadi padat dan cair yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi yang dapat digunakan sebagai pupuk tanaman (EPA). Penggunaan anaerobik digestion memiliki beberapa kelebihan, diantaranya:

- Mengubah sampah menjadi produk yang lebih bermanfaat dan minim pencemaran
- Menghasilkan energi terbarukan, yaitu biogas yang dapat diubah menjadi panas, listrik, dan bahan bakar
- Sebagai pengganti bahan bakar fosil dan dapat mengurangi pemakaian batu bara
- Menghasilkan digestate yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik

Mekanisme anaerobik digester dari sisa makanan dapat dibagi menjadi empat tahapan (Sridhar et al., 2021).

Tahapan	Reaksi	Proses Konversi
Hidrolisis	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$	Molekul protein besar (pati, selulosa, gula) dipecah dengan bantuan bakteri anaerob
Asidogenesis	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2$	Fermentasi membentuk rantai kecil asam di dalam digester

Asetogenesis	$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$	Asam volatile menjadi asetat sebagai produk utama pasca fermentasi karena reaksi mikroorganisme
Metanogenesis	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$	Pembentukan metana sebagai produk akhir

### 3. Gasifikasi

Merupakan salah satu teknologi pemanfaatan sampah organik menjadi sisa padatan seperti abu dan *synthetic gas* atau gas yang mudah terbakar ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ) dengan menggunakan proses pembakaran serta menyuplai 20 – 40% udara stoikiometri (Styana et al., 2019). *Syngas* yang dihasilkan dari proses gasifikasi dapat dimanfaatkan sebagai pemanas ruangan dan pembangkit listrik turbin gas yang dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Jumlah *syngas* yang dihasilkan bergantung pada *feedstock*, suhu saat proses, waktu tinggal, dan ratio udara terhadap bahan baku (BPSDM PU, 2018). Dalam gasifikasi terdapat empat tahapan proses dengan suhu yang bervariasi, yaitu:

#### a. Pengeringan

Proses pengeringan terjadi pada bagian atas reaktor dengan suhu kurang dari  $150^\circ\text{C}$ . Proses pengeringan bertujuan untuk agar pembakaran dapat berlangsung lebih cepat dan lebih stabil. Sampah dengan kadar air berlebih akan diuapkan untuk mengurangi kadar air.

#### b. Pirolisis

Proses pirolisis merupakan proses fisik dan kimia dengan suhu antara  $350$  -  $700^\circ\text{C}$ . Semakin tinggi laju pemanasan maka semakin cepat pula pembentukan produk, waktu tinggal, dan meningkatkan tekanan. Pirolisis akan menghasilkan gas ringan seperti  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{CH}_4$ , tar, dan arang.

#### c. Reduksi

Proses reduksi terjadi pada suhu  $800$  -  $1000^\circ\text{C}$ . Proses ini bertujuan untuk mereaksikan arang yang dihasilkan pada proses pirolisis dengan air dan karbon dioksida agar menghasilkan gas mudah terbakar seperti  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ .

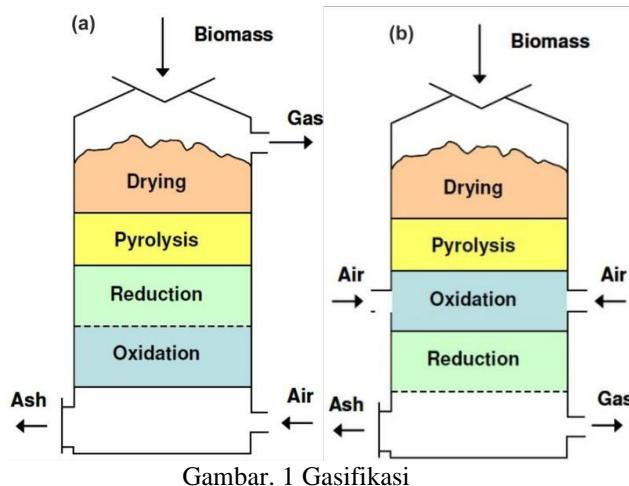
#### d. Oksidasi

Proses oksidasi atau pembakaran merupakan reaksi terpenting dalam gasifier dengan suhu antara  $700$  -  $1500^\circ\text{C}$ . Pembakaran akan terjadi jika ada panas (*heat*), bahan bakar (*fuel*), dan udara atau oksigen.

Gasifikasi memiliki beberapa jenis dan teknologi reaktor berdasarkan karakteristik input bahan baku, jenis proses, dan parameter operasi dan performansi, ialah sebagai berikut:

#### a. *Fixed Bed Gasifiers*

*Fixed bed gasifiers* memiliki 2 jenis reaktor berdasarkan arah aliran oksidan dan gasifikasi.



Gambar. 1 Gasifikasi  
Sumber: Horvat, A., 2016

### 1) *Updraft Fixed Bed Gasifiers*

Pada jenis reaktor ini sampah dimasukan dari atas reaktor dan oksidan gasifikasi akan dialirkan dari bawah reaktor sehingga sampah dan oksidan akan bergerak berlawanan arah. Hasil gasifikasi berupa gas akan keluar melalui lubang pada bagian atas reaktor, sedangkan produk dengan bentuk padat akan terkumpul dibagian bawah reaktor. *Updraf* cocok digunakan untuk sampah dengan kadar air sebanyak 60%.

### 2) *Downdraft Fixed Bed Gasifiers*

Pada reaktor ini sampah dimasukan dari bagian atas reaktor dan oksidan gasifikasi akan dialirkan dari bagian samping reaktor. Reaktor jenis ini dapat digunakan untuk sampah dengan kadar air 25%.

### b. *Bubbling and Circulating Fluidized Bed Gasifiers*

Reaktor ini bekerja pada suhu dibawah 900°C dan gas oksidan dialirkan melalui bawah reaktor melalui pelat penyalur dan tumpukan material seperti pasir yang mengandung material sampah. Reaktor dengan tipe ini relatif lebih murah dan hanya memerlukan sedikit perawatan.

### c. *Entrained Flow Gasifier*

Tekanan pada reaktor jenis ini mencapai 25 MPa sehingga mempunyai energi yang cukup tinggi untuk menggasifikasi sampah dan relatif murah. Untuk menghasilkan syngas yang baik, sampah dibakar pada suhu 1200 – 1500°C pada bagian atas reaktor.

### d. *Rotary Kiln Gasifiers*

Merupakan reaktor gasifikasi yang berbentuk silinder dan bergerak memutar ( $\pm 1,5$  RPM) untuk membawa sampah masuk dan keluar dari bagian yang bersuhu tinggi.

### e. *Moving Grates Gasifiers*

Reaktor jenis ini umum digunakan dalam menamfaatkan sampah sebagai energi. Dalam reaktor ini sampah akan dimasukkan secara kontinu.

### f. *Plasma Gasifiers*

Dalam reaktor jenis ini sampah akan dipanaskan dengan mengontakkan sampah dengan plasma pada suhu antara 1500 – 5000°C.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kuantitas, komposisi timbulan sampah dan jenis kemasan sampah yang dihasilkan dari supermarket khususnya dalam kasus ini adalah pada salah satu supermarket yang berada di Surabaya, Jawa Timur. Peneliti berharap data hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu acuan untuk meminimalisir jumlah timbulan sampah yang dihasilkan dari supermarket, serta dapat membantu peneliti lain menyempurnakan penelitiannya.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode teknik pengumpulan survey menggunakan data sekunder, yaitu data yang dikumpulkan peneliti yang berasal dari salah satu supermarket di Surabaya. Berikut adalah tahapan penelitiannya :

#### A. Studi Literatur

Melakukan studi literatur dengan mencari literasi yang dibutuhkan dalam penyusunan penelitian ini utamanya dalam melakukan pengumpulan data sekunder supermarket.

#### B. Observasi dan Pengambilan Data

Melakukan observasi terhadap supermarket dan mengambil seluruh data yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu kuantitas, komposisi dan timbulan sampah melalui data aktivitas supermarket.

#### C. Analisis Data

Setelah mendapatkan data sekunder supermarket, selanjutnya pengumpulan data menjadi satu dan melakukan analisis sesuai yang dibutuhkan dalam penelitian.

#### D. Penyusunan Laporan

Setelah mendapatkan data yang sudah dianalisa, maka selanjutnya menyusun laporan penelitian dimulai dari pendahuluan hingga kesimpulan dari penelitian yang dilakukan

### 2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi disalah satu supermarket di Surabaya yang berada di Gubeng, Surabaya, Jawa Timur.

### 2.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder. Adapun data sekunder yang diambil adalah data timbulan sampah. Berdasarkan Environmental Protection Agency (EPA), (2014) pengambilan dan pengukuran data kuantitas dan komposisi sampah makanan dilakukan selama satu minggu pada lokasi penelitian. Adapun komposisi sampah makanan menurut neraca bahan makanan (NBM) dapat dibagi menjadi:

- Buah
- Buah/biji berminyak (kacang tanah, kacang hijau, dan kelapa)
- Padi – padian (gandum, beras, jagung, tepung terigu)
- Sayuran
- Daging (sapi, kambing, ayam, babi)
- Ikan
- Susu
- Telur
- Makanan berpati
- Gula

- Minyak dan lemak

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

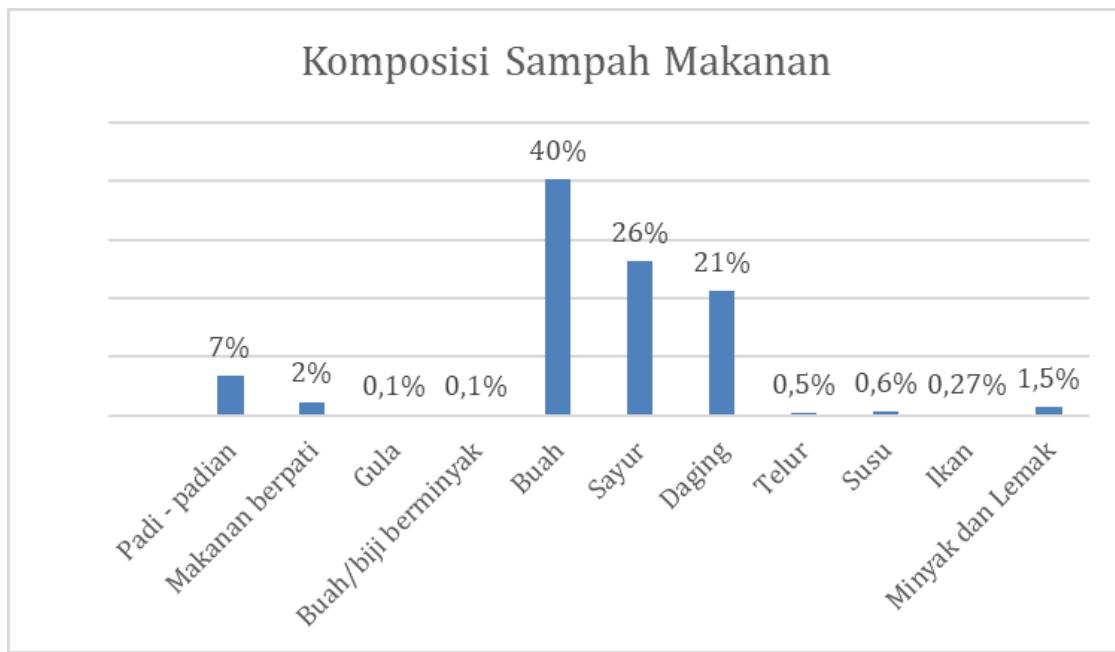
#### 3.1 Kuantitas dan Komposisi Timbulan Sampah Makanan

Data kuantitas dan komposisi sampah makanan didapatkan dari pihak Supermarket X selama tujuh hari, terhitung dari 18 Juli 2022 sampai dengan 24 Juli 2022. Sampah makanan yang diperoleh merupakan makanan yang sudah busuk, kadaluarsa, tidak layak jual, dari sisa pemotongan dan pembersihan. Klasifikasi komposisi sampah makanan dilakukan berdasarkan Neraca Bahan Makanan (NBM), seperti buah, buah/biji berminyak, padi – padian, sayuran, daging, ikan, susu, telur, makanan berpati, gula, dan minyak dan lemak. Data timbulan dan komposisi sampah makanan yang terlah diperoleh dari Supermarket X dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel. 2 Timbulan dan Komposisi

Komposisi Bahan Makanan	Timbulan Sampah Makanan (kg)						
	Hari ke -						
	1	2	3	4	5	6	7
Padi - padian	1,2	4,3	-	-	6,3	0,7	6,6
Makanan berpati	0,8	-	-	-	-	1,3	4,5
Gula	-	-	0,1	-	-	0,2	-
Buah/biji berminyak	0,03	-	-	-	-	0,1	-
Buah	15,1	11,1	32,4	8,9	17,4	14,1	15,9
Sayur	3	5,2	12,8	5,7	4,5	26	17,8
Daging	8,1	6	16,4	9,7	8,9	5	6,6
Telur	0,9	-	0,3	-	-	0,1	-
Susu	0,1	-	0,8	-	0,3	0,5	-
Ikan	0,2	-	0,6	-	-	-	-
Minyak dan Lemak	0,2	-	-	-	-	4	-
Kemasan	0,246	0,098	0,085	0,008	0,044	0,054	0,096
<b>Jumlah</b>	<b>29,9</b>	<b>26,7</b>	<b>63,4</b>	<b>24,3</b>	<b>37,4</b>	<b>52,1</b>	<b>51,5</b>
<b>Total</b>	285,26						
<b>Rata - rata</b>	40,8						

Selama satu minggu didapatkan data total sampah sebanyak 285,26 kg dengan rincian 284,6 kg sampah makanan dan 0,631 kg sampah kemasan makanan, sehingga dapat dihitung bahwa rata – rata sampah yang dihasilkan oleh Supermarket X ialah 40,8 kg per hari. Berdasarkan hasil analisis, komposisi bahan makanan yang mendominasi selama tujuh hari ialah buah sebesar 115 kg, sayur sebesar 75 kg, dan daging sebesar 61 kg. Mendominasinya sampah buah, sayur, dan daging dapat disebabkan oleh daya simpan yang relatif lebih singkat dan mudah membusuk jika dibanding dengan bahan makanan lain. Grafik persentase komposisi timbulan sampah makanan selama tujuh hari dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Jumlah presentase komposisi pada tiap jenis sampah makanan

Sumber : Data sekunder di salah satu supermarket di Surabaya

### 3.2 Jenis Kemasan Sampah Makanan

Kaleng merupakan wadah terbuat dari aluminium yang merupakan salah satu logam dengan potensi daur ulang (Sudia et al., 2022). Adapun sampah kemasan makanan selama satu minggu pada penelitian ini didapatkan sebanyak 0,631 kg dengan jenis kemasan yang mendominasi ialah kaleng. Detail jenis kemasan pada supermarket yang dianalisa selama satu minggu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Jenis kemasan

Kemasan	
Jenis	Jumlah (gr)
Plastik metalized	57
Plastik PP	68
Plastik PET	21
Plastik LLDPE	15
Aluminium foil	101
Karton	8
Kaleng/aluminium	295
Botol kaca	40
Karton & aluminium foil	8
PET dan LLDPE	18
<b>Total</b>	<b>631</b>

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini, dapat diketahui bahwa Timbulan sampah makanan pada Supermarket X ialah sebesar 40,8 kg per hari dengan komposisi sampah yang mendominasi ialah sayur, buah, dan daging.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin memberikan ucapan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, kepada Bapak, dan Ibu serta kepada para dosen pembimbing yang selalu membimbing sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

## REFERENCES

- Brancoli, P., Rousta, K., & Bolton, K. (2017). Life cycle assessment of supermarket food waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 118, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.024>
- Cherul, M., & Zatadini, S. U. (2020). Perilaku Membuang Sampah Makanan dan Pengelolaan Sampah Makanan di Berbagai Negara: Review. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 455–466. <https://doi.org/10.14710/jil.18.3.455-466>
- Fadlilah, N., & Yudihanto, G. (2013). Pemanfaatan Sampah Makanan Menjadi Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Biodrying. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 2(2), B289–B293.
- Gao, M. L. (2017). *Life Cycle Assessment (LCA) Pengelolaan Sampah Pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah (Studi Kasus: TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo)*.
- Pandin, M. L. (2009). Potret Bisnis Ritel di Indonesia: Pasar Modern. *Nuclear Instruments and Methods*, 164(2).
- Rachim, T. A. (2017). Life Cycle Assessment (LCA) Pengolahan Sampah Secara Termal (Studi Kasus: TPA Benowo, Kota Surabaya). *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Romawati, W. E. (2018). *Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca dari Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak, Kota Surabaya dengan Metode IPCC*.
- Sridhar, A., Kapoor, A., Senthil Kumar, P., Ponnuchamy, M., Balasubramanian, S., & Prabhakar, S. (2021). Conversion of food waste to energy: A focus on sustainability and life cycle assessment. *Fuel*, 302. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121069>
- Styana, U. I. F., Indrawati, R., & Cahyono, M. S. (2019). Karakterisasi Proses Gasifikasi Sampah Organik dengan Variasi Jenis Bahan. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 3(1). <https://doi.org/10.30588/jeemm.v3i1.495>
- Sudia, B., Aminur, Sisworo, R. R., Balaka, R., Yurnidarsyah, C., Sudarsono, Samhuddin, & Ia Hasanudin. (2022). Pengenalan Aplikasi Pengecoran Logam Berbahan Dasar Sampah Kemasan Kaleng Untuk Pembuatan Produk Wajan Bagi Masyarakat Kota Kendari. *Indonesian Journal of Community Services*, 1(1), 6–11. <https://doi.org/10.47540/ijcs.v1i1.534>
- Ula, R. A., Prasetya, A., & Haryanto, I. (2021). Life Cycle Assessment (LCA) Pengelolaan Sampah di TPA Gunung Panggung Kabupaten Tuban, Jawa Timur. In *Jurnal Teknologi Lingkungan* (Vol. 22, Issue 2).