

Studi pengelolaan sampah terpadu skala kawasan Desa Ciangsana, Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor

Study of integrated waste management at the Ciangsana Village area, Gunung Putri District, Bogor Regency

Ratnaningsih Ruhiyat¹, Iveline Anne Marie^{2*}, Djohar Tjintamani³, Emelia Sari², Hartini⁴, Dewi Nilamsari⁵, Juliana Josephina Alexsandra¹, Siska Herliana², Isnaeni Nabilah², Gusni Muharam¹, Yudha Melianto¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

⁴Program Studi Manajemen, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

⁵Program Studi Sistem Informatika, Universitas Pembangunan Jaya, Jakarta, Indonesia

Abstrak.

Krisis mengenai Tempat Pembuangan Akhir sampah (TPA) pada berbagai kabupaten dan kota, disebabkan karena pola pengelolaan sampah yang masih berfokus pada sistem kumpul angkut dan buang ke TPA. Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) berperan penting dalam mengelola persampahan pada skala kawasan. TPS 3R lebih memudahkan dalam penanganan sampah, karena jumlah sampah yang dikelola lebih kecil, kebutuhan lahan tidak terlalu luas, dan jarak pengumpulan sampah dari rumah ke TPST-3R lebih dekat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan sampah di Desa Ciangsana sebagai suatu kawasan dalam upaya pengurangan sampah dan mendukung kebijakan nasional dalam pengelolaan sampah. Studi pengelolaan sampah terpadu skala kawasan di Desa Ciangsana dilakukan melalui survei pemetaan sumber sampah, meliputi timbulan, karakteristik dan komposisi sampah. Selanjutnya dilakukan analisis data untuk memilih teknik pengolahan yang sesuai. Hasil penelitian menunjukkan komposisi sampah di Desa Ciangsana terdiri dari 50,3% sampah sisa makanan, 15,4% plastik, kertas/dus 8,5% kayu, kain, karet dan kulit 2,3% logam dan kaca 1,3% dan residu 17,5%. TPST-3R yang dilengkapi dengan pengolahan sampah menjadi RDF dan BSF di Ciangsana diharapkan dapat mengurangi sampah yang dibuang ke TPA sebesar 70-80%.

Abstract.

The crisis regarding the final waste disposal site (TPA) in various regencies and cities is caused by the waste management that still relies on the collection and transport system and disposes of it to the TPA. The 3R (Reduce, Reuse, Recycle) Waste Processing Site (TPS) plays an important role in waste management on a regional scale. TPS 3R makes it easier to handle waste, because does not require a large area and it closer from the houses to waste collection. This study aims to analyze the potential waste utilization in Ciangsana Village as an effort to reduce waste and support national policies on waste management. The study was conducted through a survey of waste source mapping, waste generation, characteristics and composition. Furthermore, data analysis is carried out to select the appropriate processing technique. The results showed that the composition of waste in Ciangsana Village consisted of 50.3% food waste, 15.4% plastic, 8.5% paper/box wood, 2.3% cloth, rubber and leather, 1.3% metal and glass and 17.5% residual. The TPST-3R which is equipped with waste processing into RDF and BSF in Ciangsana is expected to reduce the waste that is disposed of in the TPA by 70-80%.

Keyword : *waste management, Ciangsana, area, integrated, TPST3R*

Kata kunci : pengelolaan sampah, Ciangsana, kawasan, terpadu, TPST3R

* Korespondensi Penulis
Email : iveline.annemarie@trisakti.ac.id

1. PENDAHULUAN

Permasalahan pengelolaan sampah perkotaan maupun pedesaan di Indonesia sampai saat ini masih belum teratasi secara berkelanjutan. Umumnya pengelolaan sampah masih pada pola konvensional yaitu kumpul angkut dan buang. Sampah dikumpulkan dari sumbernya dan diangkut dengan kendaraan ke Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) yang cukup jauh dari sumber dan ditumpuk secara terbuka (*open dumping*). Petugas sampah tidak mampu mengumpulkan sampah 100% dari sumbernya karena keterbatasan transportasi dan pengelola TPA pun tidak mampu menangani sampah yang masuk 100% dengan baik dan aman bagi lingkungan. Dalam upaya pengelolaan sampah, pemerintah Indonesia telah mengeluarkan PerPres Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, bahwa Indonesia diharapkan dapat mencapai target pengelolaan sampah 100% pada tahun 2025, melalui 30% pengurangan sampah serta 70% penanganan sampah.

Salah satu alternatif dalam penyelesaian masalah pengelolaan sampah agar lebih efisien dan berkelanjutan adalah dengan dibangunnya tempat pengolahan sampah terpadu skala kawasan, agar transportasi pengangkutan sampah tidak terlalu jauh juga biaya pemilahan sampah berbagai produk yang diperoleh yang dapat ditanggung berdasarkan olah sampah hasil daur ulang, seperti daur limbah plastik (dengan *pyrolysis*), daur ulang sampah organik basah dengan metode larva *Black Soldier Fly* (BSF) dan sampah organik keras menjadi *Refuse derived Fuel* (RDF). Untuk produk sampah berupa plastik yang tidak punya nilai jual dapat dijadikan bahan bakar untuk industri, sehingga dapat terbentuk usaha sirkuler ekonomi sirkuler.

Himawanto *et al.* (2010) menyatakan bahwa sudah banyak dikembangkan teknologi dalam menangani sampah terutama di negara-negara maju, seperti misalnya *sanitary landfill*, *incineration*, *gasification* dan *anaerobic digestion*. Salah satu metode pengolahan sampah yang dianggap cukup prospektif dilakukan adalah mengolah sampah kota menjadi RDF (*Refuse Derived Fuel*), yaitu mengolah sampah kota menjadi *char*/arang melalui proses pirolisis dan selanjutnya dipadatkan hingga menjadi briket *char*.

Keterlibatan pemerintah dan masyarakat pada Tempat Pengelolaan Sampah (TPS) 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) memiliki peran yang signifikan dalam pengelolaan sampah skala kawasan. Salah satu kegiatan yang harus dilakukan dengan maksimal oleh pemerintah adalah mendaur ulang sampah kota. Pengurangan sampah pada sumbernya dalam skala kawasan menjadi tujuan utama penerapan TPS 3R, karena mengurangi jumlah sampah yang perlu diolah secara langsung di TPA sampah.

Kunci keberhasilan pengolahan sampah antara (*intermediate treatment*) dan sub sistem lainnya adalah sistem pengelolaan sampah terpadu dengan penekanan pada pemilahan sampah pada sumbernya. Pemilahan yang dilakukan dapat meningkatkan jumlah sampah yang dapat didaur ulang, sehingga mengefektifkan program daur ulang sampah. Selanjutnya, pengelolaan sampah kota harus menggunakan sistem pengelolaan terpadu juga diterapkan pada pengelolaan sampah kota untuk menstabilkan dan mengurangi sebanyak mungkin sampah dengan mempertimbangkan sumber daya lokal dan regional serta nilai sosial dan ekonomi (Suprpto 2016). Sejak 2018, Indonesia telah mempunyai payung hukum untuk pengelolaan sampah, yaitu Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Berdasarkan ketentuan hukum tersebut, pengelolaan sampah di Indonesia diarahkan untuk mengurangi sampah melalui 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) serta melakukan penanganan sampahnya secara baik (Damanhuri dan Padmi 2018).

Desa Ciangsana adalah salah satu desa di Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor yang memiliki luas wilayah 8,62 km² dengan jumlah kepala keluarga 10.462 dan jumlah penduduk sebanyak 35.239 jiwa (BPS 2021). Jarak lokasi Desa Ciangsana dari pusat ibu kota Jakarta adalah 12 Km, dengan kemudahan akses jalan tol Jagorawi dan jalan tol Lingkar Luar, maka Desa Ciangsana telah berkembang dengan pesat menjadi kota sub urban, yang mana telah tumbuh perumahan menengah ke atas. Terdapat beberapa *real estate* besar yang terletak di Desa Ciangsana, meliputi Kota Wisata, Vila Nusa Indah, serta Kompleks Angkatan Laut.

Pengelolaan sampah di Desa Ciangsana sampai saat ini masih bertumpu pada sistem kumpul angkut buang, yaitu sampah dikumpulkan dari sumber, diangkut dan dibuang ke TPA Bantar Gebang atau TPA Galuga yang merupakan tempat pembuangan akhir sampah untuk Kabupaten Bogor dengan jarak 56 Km dari Desa Ciangsana. Sekitar 6.000-8.000 ton sampah dibuang ke TPA Galuga dari seluruh wilayah Kabupaten Bogor (Fitri 2021). Mengingat jauhnya lokasi TPA, maka di Desa Ciangsana telah tumbuh TPA liar di beberapa lokasi yang berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan sampah di Desa Ciangsana sebagai suatu kawasan dalam upaya pengurangan sampah dari sumber dalam mendukung kebijakan nasional dalam pengelolaan sampah.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September-Oktober 2022 di Desa Ciangsana, Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor.

2.2. Pengambilan data

Data primer diperoleh melalui survei lapangan meliputi :penentuan lokasi untuk pengambilan data contoh/sampel. Penentuan lokasi sampling dilakukan dengan cara *stratified random sampling*, klasterisasi tingkat ekonomi ditentukan melalui tipe rumah berdasarkan luas bangunan. Penentuan jumlah contoh, timbulan sampah dan komposisi sampah dilakukan berdasarkan SK SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Sampah Perkotaan. Pembagian wilayah pemukiman di Desa Ciangsana adalah berdasarkan luas tanah dan tipe bangunan rumah penduduk, sedangkan untuk wilayah non pemukiman (yang menjadi sampel) terdiri dari kantor, toko dan rumah makan.

Penentuan jumlah contoh/sampel penduduk permukiman pada penelitian menggunakan **Persamaan 1** sebagai berikut:

$$S = Cd \sqrt{Ps} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

S = Jumlah penduduk sampel (jiwa)

Cd = Koefisien perumahan sebesar 0,5 (termasuk kota sedang dan kecil dengan jumlah penduduk <500.000 jiwa)

Ps = Populasi (jiwa); diketahui berjumlah 30.965 jiwa

Dengan asumsi bahwa jumlah orang per-KK adalah 5 orang, maka dapat dihitung jumlah sampel (S) = 17.6 atau dibulatkan menjadi 18 KK seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 1**. Selanjutnya **Tabel 2** menunjukkan jumlah sampel untuk tiap jenis sampel.

Tabel 1. Penentuan jumlah contoh.

Variabel	Besaran	Satuan
Jumlah penduduk (Ps)	30.965	jiwa
Koefisien perumahan untuk kategori kota kecil/sedang (Cd)	0,5	
Asumsi jumlah orang per-KK	5	jiwa/KK
Jumlah sampel (S)	88	jiwa
	17,6	KK

Tabel 2. Jenis dan jumlah sampel.

Jenis sampel	Jumlah sampel	Satuan
Domestik		
<i>High income</i>	11	KK
<i>Middle income</i>	5	KK
<i>Low income</i>	2	KK
Non Domestik		
Minimarket	4	unit
Kantor	2	unit
Rumah makan	2	unit
Supermarket	1	unit

Komposisi sampah meliputi : sampah organik dapur, sampah organik non dapur dan sampah anorganik yang terdiri dari, plastik, kertas, kayu, kain/tekstil, kulit, karet, logam, gelas, kaca. Untuk mendapatkan komposisi sampah, dilakukan survei selama 4 hari berturut-turut, karena kesempatan yang diberikan oleh manajemen/pengelola sampah setempat. Kegiatan dilakukan bekerja sama dengan 6 armada pengumpul sampah dari sumber, pemilahan dilakukan di lokasi transit sampah, yaitu tempat berpindahnya sampah yang sudah dikumpulkan oleh pengumpul sampah dengan armada pengangkut sampah dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) ke TPA.

Pembahasan dan analisis data dilakukan dengan metode deskriptif sedangkan perhitungan timbulan dan komposisi sampah mengacu pada SK SNI 19-3964-1994. Adapun tahapan analisis dilakukan meliputi: 1) perhitungan timbulan dan komposisi sampah; 2) potensi pemanfaatan sampah ditentukan berdasarkan jumlah timbulan, komposisi dan karakteristik sampah di Desa Ciangsana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

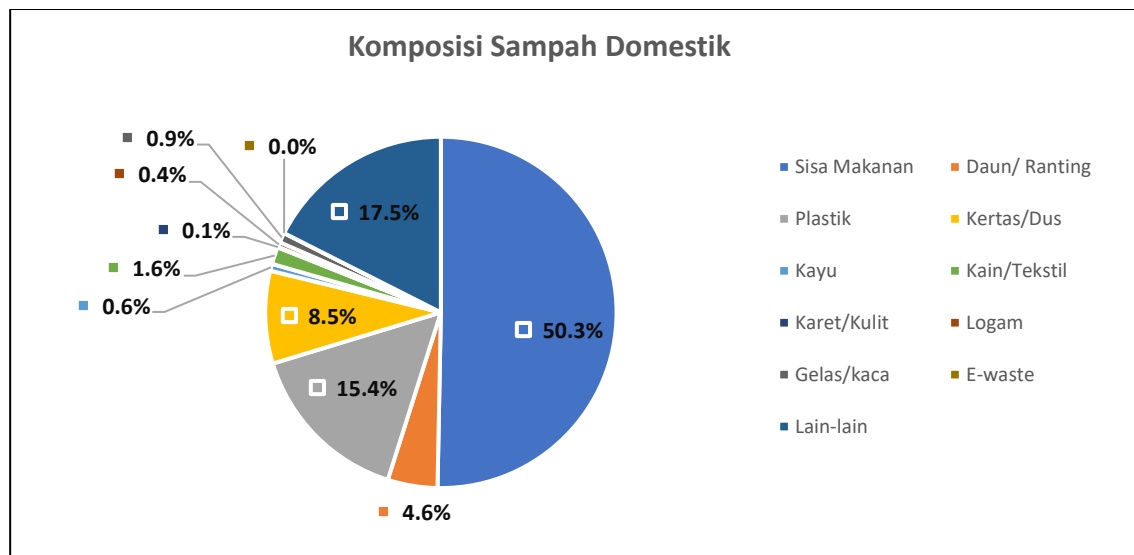
3.1. Sampah domestik

Berikut adalah hasil pengolahan data dan analisis sumber timbulan sampah dan komposisi sampah domestik berdasarkan pengumpulan data yang dilakukan pada bulan September-Oktober 2022, dengan lokasi penelitian di Desa Ciangsana Kecamatan Gunung Putri, kabupaten Bogor.

Komposisi sampah domestik terdiri dari sampah dapur dan sisa makanan atau biasa disebut SOD (Sampah Organik Dapur) memiliki persentase tertinggi dari keseluruhan sampah yaitu 50,3%, sampah plastik 15,4% dan ranting 4,6%, kertas/dus 8,5%, kayu, karet dan kulit 2,3%, logam dan gelas/kaca 1,3% serta lain-lain 17,5%. Sampah yang termasuk lain-lain adalah sampah B3 dan diaper, pembalut, masker dan kotoran kucing. Sampah ini tidak bisa digunakan lagi, dan harus dibuang secara khusus atau masuk ke insinator di TPA (**Tabel 3** dan **Gambar 1**).

Tabel 3. Timbulan sampah berdasarkan tipe rumah.

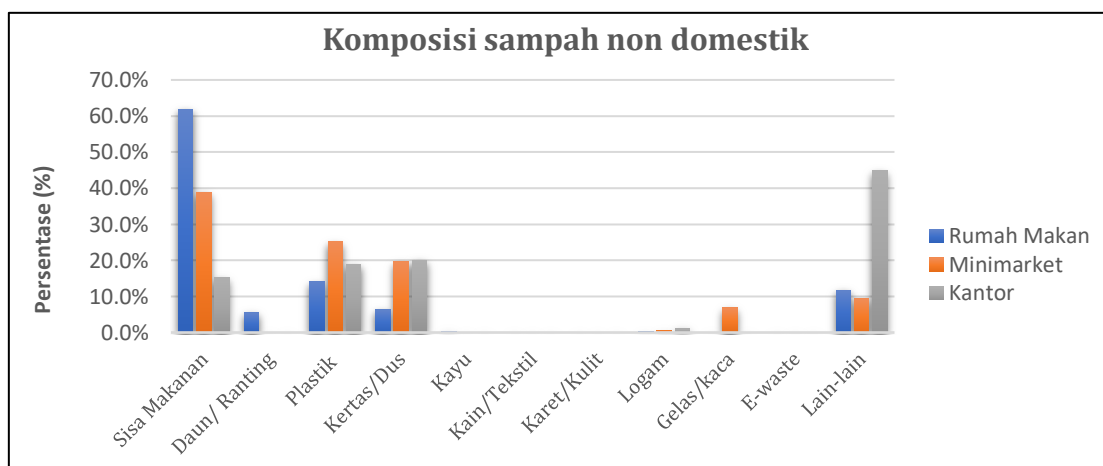
Komposisi Sampah	<i>High Income</i>	<i>Middle Income</i>	<i>Low Income</i>	Rata-Rata	%
Sisa makanan	11,64	8,25	2,76	7,55	50,3%
Daun/ ranting	0,89	0,19	0,99	0,69	4,6%
Plastik	3,85	2,20	0,89	2,31	15,4%
Kertas/dus	2,16	1,03	0,65	1,28	8,5%
Kayu	0,04	0,01	0,24	0,10	0,6%
Kain/tekstil	0,64	0,05	0,03	0,24	1,6%
Karet/kulit	0,03	0,00	0,00	0,01	0,1%
Logam	0,08	0,03	0,10	0,07	0,4%
Gelas/kaca	0,25	0,06	0,10	0,14	0,9%
<i>E-waste</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0%
Lain-lain	3,84	2,79	1,28	2,63	17,5%
Total	23,40	14,60	7,03	15,01	100%



Gambar 1. Diagram lingkaran komposisi sampah domestik di Desa Ciangsana.

3.2. Sampah non domestik

Pada penelitian ini, dilakukan pengumpulan data sumber timbulan sampah untuk sampah non domestik yang bersumber dari rumah makan, kantor, mini market. Hasil survei terhadap sampah non domestik dapat dipilah pada **Tabel 4** dan **Gambar 2**. Sampah Rumah Makan didominasi oleh sampah dapur dan sisa makanan (SOD) sebesar 62%, sampah plastik sebesar 14,1 % dan lain-lain sebesar 11,7%, sedangkan sampah mini market didominasi oleh sampah sisa makanan 38,7 %, sampah plastik 25,1%, sampah kertas/dus 19,6% dan lain-lain 9,4%. Sampah dari Kantor memiliki komposisi sampah sisa makanan 15,1%, sampah plastik 18,9% dan sampah lain-lain 44,9% (**Gambar 2**).



Gambar 2. Histogram komposisi sampah berdasarkan kegiatan.

3.3. Data timbulan sampah.

Dari **Tabel 4** dapat dilihat bahwa timbulan sampah di Desa Ciangsana rata-rata adalah sebanyak 0,48 kg/orang/hari, atau 1,8 liter orang/hari. Dengan jumlah penduduk sebanyak 30.965 orang, maka timbulan sampah di Desa Ciangsana pada tahun 2021 dapat diproyeksikan adalah berjumlah 14.863 kg/hari.

Tabel 4. Timbulan sampah di Desa Ciangsana.

Sumber sampah	Timbulan Sampah	
	kg/orang/hari	liter/orang/hari
Perumahan	0,51	1,9
Toko	0,45	2,61
Rumah makan	0,28	1,16
Kantor	0,25	1,26
Pasar	2,35	0,53
Rata-rata	0,48	1,8

Sumber : Fitri (2021)

3.4. Potensi daur ulang

Komposisi sampah merupakan kunci utama dalam menentukan teknologi pengolahan sampah yang akan dipilih. Pada **Tabel 5** dapat dilihat pengolahan sampah yang dapat dilakukan berdasarkan komposisi.

Tabel 5. Pengolahan sampah berdasarkan komposisi.

No	Komposisi	Penanganan dan pengolahan
1	Sampah sisa makanan	<i>Putrescible, organic, biodegradable dan combustible</i>
2	Kayu, daun, sampah taman	Organik, <i>biodegradable dan combustible</i>
3	Kertas dan Karton	<i>Biodegradable, combustible dan recycleable</i>
4	Tekstil dan produk tekstil	<i>Biodegradable</i> (tekstil bahan alami) <i>Combustible dan recycleable</i>
5	Karet dan Kulit	<i>Biodegradable</i> (karet bahan alami) <i>Combustible dan recycleable</i>
6	Plastik	<i>Combustible dan recycleable</i>
7	Besi dan Logam	<i>Recyclable</i>
8	Gelas	<i>Recycleable</i>
9	Sampah Berbahaya	Harus segera ditangani
10	Lain-lain bahan <i>inert</i>	Hanya lahan pengurukan

Sumber : Damanhuri dan Padmi (2018)

Dalam memilih teknologi daur ulang yang akan digunakan pada tempat pengolahan sampah terpadu skala kawasan (TPST-3R) perlu mempertimbangkan :

1. Komposisi sampah yang masuk ke TPST-3R
2. Mengacu pada prinsip 3R
3. Kemudahan aplikasi teknologi (investasi dan operasional)
4. Memiliki nilai ekonomi lebih tinggi

3.5. Potensi pengolahan pada sampah sisa makanan

Berdasarkan data hasil penelitian pada **Tabel 3**, dapat dilihat bahwa komposisi sampah yang tertinggi adalah sampah yang berasal dari sisa makanan yaitu sebesar 50,3%. Sampah sisa makanan merupakan sampah dengan kategori *putrescible*, *organic*, *biodegradable* dan *combustible*, yang berarti sampah ini sangat mudah membusuk sehingga pewadahnya harus terpisah agar tidak mengotori sampah lainnya. Sampah sisa makanan perlu dilakukan pengumpulan dan pengangkutan dilakukan setiap hari, atau dapat ditangani sendiri di sumber dengan memanfaatkan biokonversi. Pemanfaatan teknologi biokonversi dapat dilakukan sebagai sebuah proses yang mampu mengubah bahan organik menjadi produk lain yang berguna dan memiliki nilai tambah dengan memanfaatkan proses biologis dari mikroorganisme dan enzim (Hezron 2019).

Beberapa alternatif pengolahan sampah organik dengan biokonversi adalah dengan pengomposan memanfaatkan mikroba menghasilkan kompos sebagai pupuk organik, biogasifikasi (metan), hasil akhir menghasilkan gas metan sebagai sumber energi (bahan bakar), pakan cacing (*Vermicompos*) yaitu menguraikan sampah sisa makanan oleh cacing. Hasil akhirnya adalah biomassa cacing sebagai sumber protein untuk ternak, dan kascing (bekas cacing) sebagai pupuk organik, dan pengolahan sampah organik dengan menggunakan *Black Soldier Fly larva (BSF)*, yaitu mengolah sampah sisa makanan dengan memanfaatkan larva *BSF*. Proses pengolahan sampah organik menggunakan larva *Black Soldier Fly (BSF)* diidentifikasi mampu menguraikan sampah organik, dimana larva mengekstrak energi dan nutrisi dari sampah organik (Fahmi 2015). Larva *Black Soldier Fly (BSF)* merupakan metode pengolahan alternatif yang dapat mencerna sampah organik dengan percepatan reduksi mencapai 62,68-73,98% (Rofi 2021).

3.6. Potensi penanganan dan pengolahan sampah plastik

Presentasi sampah plastik di Desa Ciangsana adalah 15,4% (**Tabel 3**). Sampah plastik merupakan sampah *combustible* dan *recycleable* yang potensial diolah menjadi bahan bakar, dan atau didaur ulang untuk menjadi produk lain. Saat ini, masyarakat masih belum disiplin dalam memilah sampah sehingga menyebabkan sampah plastik yang harusnya dapat didaur ulang menjadi sulit untuk didaur ulang, karena sampah sudah tercampur dan kotor. Selain itu, banyak ditemukan sampah plastik di TPA Lingkungan yang berpotensi mencemari lingkungan. Keberadaan plastik dapat menurunkan kesuburan tanah, karena plastik memiliki karakteristik sulit terurai yang diperkirakan memerlukan waktu 20 tahun hingga 100 tahun untuk bisa terurai di dalam tanah (Purwaningrum 2019).

Konsep 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) dapat dilakukan untuk menangani sampah plastik. *Reuse* adalah konsep menggunakan kembali barang-barang yang masih layak digunakan, *Reduce* adalah mengurangi penggunaan barang-barang yang bersifat sekali pakai. Sedangkan *Recycle* adalah konsep mendaur ulang barang-barang yang tidak terpakai menjadi barang yang dapat digunakan kembali dengan proses tertentu. Penelitian dengan pemanfaatan konsep *Recycle* telah banyak dilakukan untuk mendaur ulang barang-barang tidak terpakai yang dibuang ke lingkungan. Sebagai contoh, dari 15,4% sampah plastik bekas kemasan yang termasuk *plastic non valuable*, 50% dapat menjadi bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF) (Purwaningrum 2019).

3.7. Usulan TPST-3R skala kawasan

Terkait upaya pengelolaan sampah desentralisasi untuk mengurangi ketergantungan pada tempat pembuangan akhir sampah, TPST-3R (Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu 3R) skala kawasan menjadi alternatif strategi yang dirasakan efektif. Pada daerah perumahan perkotaan, intensitas dan aktivitas perkotaan menghasilkan banyak limbah padat *biodegradable* yang harus dikelola. Pengelolaan limbah padat dengan sistem desentralisasi diharapkan mampu mereduksi limbah padat. Oleh karenanya, sistem desentralisasi menjadi alternatif yang sangat menjanjikan untuk daerah perumahan perkotaan untuk menghindari dampak negatif pada lingkungan seperti bau serta polusi emisi, tanah, air dan gas (Zaman *et al.* 2018).

Selanjutnya Zaman *et al.* (2018) menyatakan bahwa prinsip utama bagi setiap negara terkait pengelolaan limbah padat adalah pencegahan, daur ulang (*recycle*), produksi energi (*energy production*) serta prinsip pembuangan limbah padat tanpa daur ulang dan menghasilkan energi. Kebutuhan pengelolaan limbah padat diusulkan TPST sebagai tempat dilaksanakannya kegiatan pemilahan, pengumpulan, penggunaan ulang, mendaur ulang dan pengolahan sampah. TPST dibangun di lingkungan pemukiman untuk skala kawasan atau RT/RW. Pendekatan pengelolaan TPST adalah berbasis masyarakat dalam pengelolaan sampah yang dilakukan melalui pemberdayaan dan pendampingan dari aspek teknik dan kelembagaan. Konsep pengelola TPST harus mempertimbangkan hal-hal berikut ini :

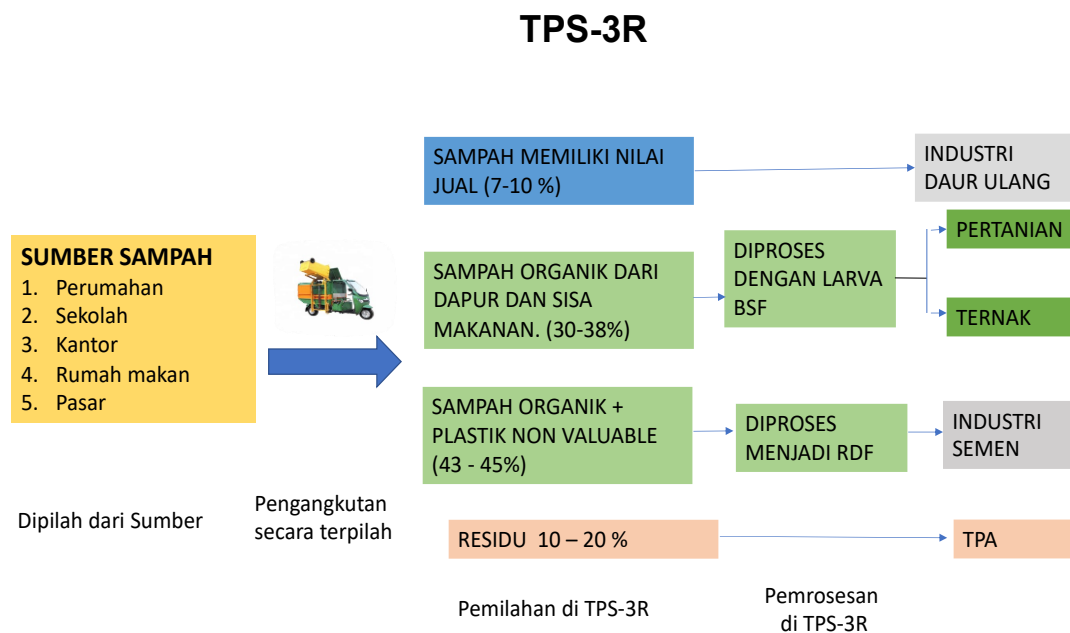
- **Aspek teknis:** pengelolaan sampah dekat dengan sumber, sehingga dapat mengurangi biaya transportasi.
- **Kelembagaan:** diperlukan pihak penanggungjawab dalam mengawasi dan mengatur pengelolaan sampah di TPST.
- **Manajemen:** adanya pihak manajemen akan membantu pengelolaan operasional, sumber daya manusia dan keuangan yang dapat dipertanggung jawabkan.

Terkait penyelesaian permasalahan sampah pada obyek penelitian, diusulkan kegiatan pengelolaan dan pengolahan sampah pada TPST-3R Desa Ciangsana meliputi kegiatan berikut ini :

1. Daur ulang sampah yang masih memiliki nilai jual, sampah plastik 8%, total sampah plastik adalah 15,4%, namun dari pengalaman tidak semua sampah plastik dapat didaur ulang, karena masih banyak sampah plastik yang tidak memiliki nilai jual, seperti plastik bekas kemasan makanan. Kertas dan kardus 8,5%, gelas, kaca dan besi 1,3%. Daur ulang sampah dapat bekerja sama dengan pengumpul/transporter sampah, Bank Sampah, dan tukang loak. Total sampah yang dapat didaur ulang 17,8%.

2. Pengolahan sampah dapur dan sisa makan dengan teknologi larva BSF. Desa Ciangsana memiliki banyak rumah makan, merupakan sumber makanan yang baik untuk pertumbuhan larva BSF. Teknologi BSF memiliki beberapa keuntungan dibanding dengan teknik biokonversi lainnya. Persentase sampah dapur dan sisa makan di Desa Ciangsana cukup tinggi yaitu 50,3% sangat tepat untuk diolah dengan Larva BSF, karena pengolahan larva BSF memiliki beberapa keunggulan, yaitu larva BSF mengolah sampah organik setara dengan berat badannya, untuk 1 kg larva BSF membutuhkan bahan organik 1 kg/hari. Hasil proses pengolahan larva BSF menghasilkan larva yang disebut maggot dengan kandungan protein tinggi, yang dibutuhkan untuk makanan ikan atau unggas. Kotoran yang keluar dari maggot disebut kasgot, dapat menjadi media tanam atau kompos.
3. Pengolahan sampah organik keras (daun dan ranting), sebagian sampah dapur, dan plastik yang tidak memiliki nilai jual, akan diolah dengan *Refuse Derived Fuel* (DRF). Menurut Rania (2019), *Refuse Derived Fuel* (RDF) merupakan hasil pemisahan limbah padat fraksi sampah yang mudah terbakar dan sulit terbakar seperti kaca dan metal. RDF mampu mereduksi atau mengurangi jumlah sampah dan menjadi *co-combustion*, bahan bakar sekunder industri semen dan industri pembangkit listrik.
4. Maulana (2021) menyatakan bahwa RDF adalah pengembangan produk baru yang tersedia dalam ukuran besar atau kecil dengan bentuk padat dan serbuk. Dalam setiap kategori, limbah padat dapat diproses melalui berbagai alur proses yang dapat menghasilkan RDF dengan tingkat kemurnian yang bervariasi. Hasil penelitian Rania (2019) menunjukkan persentase komposisi dari bahan baku penyusun RDF terdiri dari 1% kayu, 2% kain, 2,35% karet/kulit, 15,35% kertas dan serta tambahan 8% sampah plastik. Berdasarkan hasil uji laboratorium diperoleh persentase kadar air = 4,68%, kadar abu = 11.64%, kadar *volatile* = 7,81%, dan *fixed carbon* = 75.87% dengan nilai kalor briket RDF sebesar 16.609,03 KJ/kg atau setara dengan 3.973,45 kcal/kg.

Secara keseluruhan Pengolahan sampah di TPST-3R Desa Ciangsana dapat dilihat pada **Gambar 4** diagram proses pengolahan sampah di TPST-3R.



Gambar 4. Diagram proses pengolahan sampah di TPST-3R.

Berdasarkan **Gambar 4**, dengan proses pengolahan sampah di TPST3R, sampah dapat dipilah dari sumber, dan dibawa dengan kendaraan pengangkut sampah dalam keadaan terpisah juga. Pada saat ini masyarakat belum terbiasa memilah sampah dari sumber, jadi pemilahan akan dilakukan di TPS3R. Dengan mengaktifkan bank sampah di setiap RW dapat membantu masyarakat terbiasa melakukan pemilahan sampah dari sumber, dan memberikan penghargaan pada masyarakat yang telah memilah sampah dari sumber. Pemilahan sampah dari sumber sangat membantu kinerja TPS3R dan akan meningkatkan kualitas produk daur ulang.

Dengan adanya TPST3R di Desa Ciangsana, maka diharapkan pengurangan sampah pada tatanan lokal (desentralisasi) dapat ditingkatkan, sehingga sampah yang akan masuk ke TPA akan berkurang. Potensi pengurangan sampah yang masuk ke TPA sebesar 10% -20%. Desentralisasi pengelolaan sampah dengan berdirinya TPRS3R tingkat desa dapat memberikan beberapa keuntungan, antara lain penanganan sampah lebih mudah karena jumlah sampah yang dikelola jauh lebih sedikit dibanding dengan masuk ke TPA untuk satu kota.

Biaya transportasi akan lebih murah dibanding dengan dibuang ke TPA yang berjarak sekitar 40-60 Km dari pemukiman, sedangkan dengan TPST-3R skala desa, jarak pengumpulan sampah dari pemukiman ke TPST-3R hanya sekitar 5-15 Km, hal ini akan meningkatkan kemampuan pengumpulan sampah. Potensi lain dengan adanya TPS-3R adalah, keberlanjutan pengelolaan sampah akan lebih terjaga, karena adanya *revenue stream* dari penjualan beberapa produk, seperti produk RDF, produk maggot, dan kompos. Hal ini dapat membantu biaya pemilahan dan biaya operasional pengolahan sampah di TPST-3R.

Dalam upaya mengantisipasi kebutuhan lahan yang luas untuk TPST-3R, maka dapat dilakukan upaya peningkatan pemberdayaan bank sampah, sebagai tempat transit dan penanganan sampah, misalnya pengumpulan sampah plastik yang memiliki nilai jual, juga kegiatan pengolahan sampah organik BSF hanya untuk pembesaran larva dari umur 6 hari – 18 hari. TPST-3R akan berperan sebagai inti sebagai Bank Sampah induk sedangkan Bank Sampah tingkat RW akan bertindak sebagai plasma atau bank sampah unit.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil studi pengelolaan sampah skala kawasan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Komposisi sampah di Desa Ciangsana meliputi sampah dapur sisa makanan sebesar 50.3%, sampah plastik sebesar 15,4%, kertas/dus sebesar 8,5%, kayu, kain dan kulit sebesar 2,3%, logam dan kaca sebesar 1,3% dan sampah lainnya (residu) sebesar 17,5%. Komposisi sampah tersebut didominasi oleh jenis sampah yang dapat diolah secara biokonversi dan sampah yang mudah dibakar.
2. Dengan adanya TPST3R di Desa Ciangsana yang dilengkapi dengan pengolahan sampah menjadi RDF dan BSF diharapkan dapat mengurangi sampah yang dibuang ke TPA sebesar 70-80%, sehingga hanya 20% sampah residu yang perlu dibuang ke TPA.
3. Diusulkan pengelolaan sampah Bank Sampah Induk yang berlokasi di TPST3R dan diharapkan sampah dapat dipilah dari sumber, berikutnya dibawa dengan kendaraan pengangkut sampah dalam keadaan terpisah juga.

4. Diusulkan juga supaya mengaktifkan bank sampah unit di setiap RW untuk membantu masyarakat supaya terbiasa melakukan pemilahan sampah dari sumber sekaligus membantu kinerja TPST3R. Apabila masyarakat belum terbiasa memilah sampah dari sumber, pemilahan akan dilakukan di TPST3R.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas pendanaan yang diberikan oleh Program *Matching Fund* Tahun Anggaran 2022 Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang bekerja sama dengan Universitas Trisakti dengan PKS No. 377/E1/KS.06.02/2022.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aryenti dan Darwati S. 2012. Peningkatan fungsi tempat pengelolaan sampah terpadu. *Jurnal Permukiman* 7(1):33–39.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Kecamatan Gunung Putri Dalam Angka 2021. Badan Pusat Statistik. Kabupaten Bogor.
- Enri Damanhuri dan Tri Padmi. 2018. *Pengelolaan Sampah Terpadu [Diktat kuliah]*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Fahmi MR. 2015. Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva *hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan [Prosiding]. Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(1):139–144.
- Fitri NU. 2021. Perencanaan tempat pengolahan sampah (TPS) 3R berbasis ekonomi sirkular [Skripsi]. Universitas Trisakti Jakarta.
- Hezron L, Madalla N and Chenyambuga SW. 2019. Mass production of maggots for fish feed using naturally occurring adult houseflies (*Musca domestica*). *Livestock Research for Rural Development* 31(4).
- Himawanto DA, Dhewangga PRD, Saptoadi H, Rohmat TA dan Indarto I. 2010. Refused derived fuel sebagai bahan bakar padat. *Jurnal Teknik Industri* 11(2):127–133.
- Maulana E, Suwandi A, Rahmalina D, Ode L, Firman M, Suyitno BM dan Mahandika D. 2021. Analisis kinerja refuse derived fuel (RDF) dari sampah organik dan non organik dengan pendekatan simulasi software. *Jurnal Teknologi* 13(1):109–114.
- PerPres (Peraturan Presiden) Nomor 97 Tahun 2017 tentang kebijakan dan strategi

daerah pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga.

- Purwaningrum P. 2019. Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan. *Urban and Environmental Technology* 8(2):141–147.
- Rania MF, Lesmana IGK dan Maulana E. 2019. Analisis potensi Refuse Derived Fuel (RDF) dari sampah pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kabupaten Tegal sebagai bahan bakar incinerator pirolisis. *SINTEK JURNAL - Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 13(1):51-59.
- Rofi DY, Auvaria SW, Nengse S, Oktorina S dan Yusrianti Y. 2021. Modifikasi pakan larva black soldier fly (*Hermetia illucens*) sebagai upaya percepatan reduksi sampah buah dan sayuran. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 22(1):130–137.
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 19-3964-1994 Tahun 1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan
- Suprpto S. 2016. Peran daur ulang untuk meningkatkan pengelolaan sampah terpadu di Kota Surabaya. *Jurnal Rekayasa Lingkungan* 9(2):127–142.
- UU (Undang-Undang) Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah.
- Zaman B, Oktiawan W, Hadiwidodo M, Sutrisno E dan Purwono. 2018. Desentralisasi pengolahan limbah padat rumah tangga menggunakan teknologi biodrying. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan* 1(3):18–24.