

Analisis Potensi Pengelolaan Sampah Anorganik Di Kota Yogyakarta Dengan Memanfaatkan Bank Sampah

Hyldan Natawiguna¹, Bertha Maya Sopha², Sunyoto Usman³

^{1,2,3}Minat Magister Teknologi untuk Pengembangan Berkelanjutan, Sekolah Pascasarjana Multidisiplin, Universitas Gadjah Mada, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Departemen Sosiologi, Fakultas Sosial dan Ilmu Politik, Email: ¹hyldan.natawiguna@mail.ugm.ac.id

Abstract— Waste is a by-product resulting from various activities carried out by living beings, especially by humans, which can be pollutes soil, water bodies, and air if not well managed. The government's efforts to increase the role of the community in waste management are reflected in the issuance of the Governor of the Special Region of Yogyakarta number 21 of 2014 concerning Guidelines for Waste Handling, Business Licensing of Waste Management, and Environmental Compensation which was then responded by the Mayor of Yogyakarta City through Mayor Regulation number 67 of 2018 concerning Policies and Strategy of Yogyakarta City in the Management of Household Waste and Household-Like Waste so that a waste bank managed by the community was born.

However, the increase in the number of waste banks is not in line with the increase in the amount of managed waste each year. Therefore, an approach is needed to create a strategy in order to enhance waste banks performace in managing waste. Utilization of geographic information systems is used to locate waste potential and find strategic points for waste management based on the amount of generation, customer activity, and waste collection trends. Next, a waste management business is modeled using BMC whose feasibility is analyzed using the CAPEX and OPEX methods. Based on the research results, recycled paper production is the most potential business to be run by the community. A recycled paper business with a capacity of 30 kg per day has the potential to increase the recycling rate of paper waste in Yogyakarta City by 0.03 percent (7.2 tons) annually.

Keywords— MSWM; Waste Bank; GIS; BMC; Recycling Business

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan suatu produk sampingan yang dihasilkan dari berbagai aktivitas yang dilakukan oleh makhluk hidup terutama oleh manusia. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup melalui Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) menyatakan jumlah timbulan sampah nasional Indonesia mencapai 30,7 juta ton pada tahun 2019 dan meningkat menjadi 36,4 juta ton pada tahun 2020. Tahar (2020) menyatakan bahwa Indonesia masih memiliki masalah multidimensi dalam pengelolaan sampah. Tidak hanya dipengaruhi oleh perilaku masyarakat yang belum peduli tentang pengelolaan sampah, namun juga masih kurangnya kapasitas pemerintah daerah untuk melakukan pengelolaan sampah yang baik dan benar.

Pada tahun 2018 tercatat jumlah penduduk Kota Yogyakarta sebesar 422.732 orang dengan perkiraan

timbulan sampah per hari mencapai 20.205 kg atau 7.375,082 ton per tahun. (Data TPST Piyungan dalam Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta, 2018). Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada akhir tahun 2018 komposisi sampah yang dihasilkan oleh Kota Yogyakarta secara keseluruhan yaitu 66 persen sampah organik, 12 persen sampah plastik, tujuh persen sampah kertas, dua persen sampah logam, dua persen sampah kaca, dua persen sampah kain tekstil, kayu ranting daun satu persen, karet dan kulit satu persen, dan sampah lainnya tujuh persen (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2019).

Menurut Utomo (2013), bank sampah adalah suatu sistem pengelolaan sampah kering secara kolektif yang mendorong masyarakat untuk berperan serta aktif di dalamnya. Jumlah bank sampah di Kota Yogyakarta terus meningkat setiap tahunnya sehingga pada akhir 2019 tercatat telah ada 481 bank sampah yang tersebar di setiap kelurahan dengan jumlah nasabah mencapai 21.820 kepala keluarga. Akan tetapi, keberhasilan bank sampah dalam menyelesaikan masalah sampah anorganik di Kota Yogyakarta masih perlu dievaluasi mengingat seiring meningkatnya jumlah bank sampah tidak diiringi dengan peningkatan jumlah sampah yang dapat dikelola. Selain itu, ada juga permasalahan pengelolaan bank sampah lainnya yaitu kurang maksimalnya pemanfaatan Bank Sampah Induk (BSI) yang ada di Kota Yogyakarta. Data DLHK Kota Yogyakarta menunjukkan pada tahun 2019 jumlah nasabah bank sampah induk hanya 45 unit bank sampah dari total 433 bank sampah yang ada. Imbas dari sedikitnya nasabah menyebabkan kecilnya omset yang dihasilkan oleh BSI Kota Yogyakarta.

Kota Yogyakarta telah memiliki pondasi yang cukup dalam memulai bisnis pengelolaan dan pengolahan sampah. Bisnis tersebut dapat dikembangkan dengan melibatkan peran bank sampah induk (skala industri) ataupun dikelola secara usaha kecil menengah (UKM). Guna mempertahankan eksistensi bisnis yang akan dibuat maka pendekatan konsep berkelanjutan dapat disertakan dalam proses perencanaannya. Konsep berkelanjutan yang dimaksud adalah terkait keterjangkauan (*affordability*), ketersediaan (*availability*), dan ketercapaian (*accessability*). Faktor keterjangkauan dapat dianalisis dari harga dan jenis sampah yang sering ditransaksikan oleh nasabah. Faktor ketersediaan



dapat dihasilkan dari data distribusi dan timbulan sampah. Faktor ketercapaian dapat dihasilkan dengan pembuatan peta dilanjutkan dengan analisis spasial untuk menentukan titik-titik strategis setiap jenis sampah. Putranto (2019) telah melakukan pendekatan serupa dalam pemetaan bank sampah aktif serta distribusi sampah plastik dan kertas di Kota Surabaya. Hasil penelitian tentang pemanfaatan potensi sampah akan mengundang ketertarikan dari para pelaku bisnis dan industri pengguna bahan baku sampah atau produk daur ulang sehingga kedepannya ekosistem bisnis dengan memanfaatkan sampah dapat terbentuk. Ekosistem inilah yang harapannya dapat menjamin keberlanjutan pengelolaan sampah dengan memanfaatkan bank sampah.

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di 45 titik di Kota Yogyakarta, dengan pengambilan data yang dilakukan pada periode 6 November hingga 7 Desember 2020. Penelitian ini terdiri dari dua tahap utama. Tahap pertama mencakup analisis potensi sampah anorganik, pembuatan peta sebaran sampah, dan observasi terhadap bank sampah. Aktivitas pada tahap ini melibatkan perencanaan dan persiapan, penghitungan jumlah dan sebaran sampah di Kota Yogyakarta, serta observasi terhadap tingkat keaktifan dan potensi pengolahan sampah anorganik di bank sampah. Pembuatan peta dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.5, memanfaatkan data koordinat bank sampah dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta serta data kepadatan penduduk setiap kelurahan untuk memperkirakan potensi sampah yang dihasilkan.

Pada tahap kedua, penelitian berfokus pada pembuatan model bisnis berbasis bank sampah dengan menggunakan metode Business Model Canvas (BMC). Model bisnis ini mencakup identifikasi segmen pelanggan, proposisi nilai, saluran distribusi, hubungan pelanggan, serta sumber daya utama dan aktivitas yang dibutuhkan. Untuk menentukan kelayakan bisnis, dihitung biaya investasi (capex) yang mencakup biaya peralatan, tanah, bangunan, dan izin, serta biaya operasional (opex) seperti listrik, gaji pegawai, bahan baku, dan sewa tempat.

Metode proportionate stratified random sampling digunakan untuk menentukan jumlah sampel bank sampah yang akan diobservasi, dengan total sampel yang diambil sebanyak 47 titik. Metode ini memastikan keseimbangan proporsi sampel dari berbagai kelurahan dengan jumlah bank sampah yang bervariasi.

Dalam analisis peta, dilakukan lima tahapan penting dalam sistem informasi geografis (GIS): input data, transformasi data, editing, manajemen data, dan analisis spasial yang mencakup analisis kedekatan (proximity) dan analisis tumpang tindih (overlay). Pengelompokan data peta dilakukan menggunakan metode natural breaks (Jenks) untuk mengelompokkan nilai berdasarkan sebaran alami data.

III. HASIL DAN BAHASAN

Survey lapangan dilakukan di tengah kondisi pandemi covid-19 dari awal bulan Oktober hingga akhir November 2020. Kondisi pandemi membuat masyarakat berpindah dari kebiasaan hidup lama ke normal yang baru dengan melakukan adaptasi kebiasaan baru. Pada proses adaptasi tersebut berbagai macam rutinitas yang sudah terbentuk di

tengah masyarakat perlu mengalami perombakan besar-besaran termasuk rutinitas kegiatan bank sampah. Berdasarkan keterangan kordinator kelurahan di lapangan setidaknya ada 407 dari 481 bank sampah yang terkonfirmasi aktif hingga saat penelitian di lakukan.

A. Kondisi Bank Sampah Induk

Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Nitikan adalah suatu fasilitas pengolahan sampah yang ada di Kota Yogyakarta. Saat ini, TPST aktif dalam mengelola sampah ranting dan serasah untuk dijadikan pupuk kompos. Berikutnya, pupuk kompos ini dibagikan untuk membantu kegiatan masyarakat melalui kelompok-kelompok penggiat bank sampah yang ada di kelurahan-kelurahan di Kota Yogyakarta. Selain menjadi tempat produksi kompos, di TPST Nitikan juga terdapat kegiatan bank sampah. Kegiatan bank sampah di TPST Nitikan masih beroperasi meskipun bank sampah ini sudah tidak dijadikan pusat kegiatan bank sampah di Kota Yogyakarta. Meskipun saat ini sebagian besar ruang gudang digunakan untuk kebutuhan penyimpanan pupuk kompos, jika kedepannya bank sampah membutuhkan ruang yang lebih besar, ruang yang ada di TPST Nitikan ini bisa dibagikan dan dimanfaatkan.

1) Gambaran Umum Kondisi Bank Sampah di Kota Yogyakarta

Bank Sampah di Kota Yogyakarta rata-rata dikelola oleh perempuan yang memiliki pekerjaan sebagai Ibu Rumah Tangga. Berdasarkan hasil survey 89% perempuan bertugas sebagai person in charge (PIC) yang dipercaya sebagai narasumber. Rentang umur PIC adalah 28 tahun hingga 73 tahun dengan rata-rata umur PIC adalah 50 tahun.

TABEL 1. RANGKUMAN HASIL KUESIONER DAN WAWANCARA

No.	Parameter	Hasil Survei	Keterangan
1	Penanggung Jawab (PJ)	89% Perempuan	Sebagian besar ibu rumah tangga
2	Umur Rata-Rata PJ	50 tahun	Rentang umur PJ 28-73 tahun
5	Potongan Profit	10-15 persen	22 dari 45 Bank Sampah melakukan potongan 10 persen.
6	Keaktifan Nasabah	63 persen	Hasil wawancara
7	Key Activities Tambahan	16 persen	84 persen tidak memiliki kegiatan tambahan selain jual-beli sampah
8	Key Partners Tambahan	18 persen	82 persen tidak memiliki key partner selain nasabah
9	Partnership Possibilities	38 persen	62 persen tidak membuka kerjasama dengan pembeli atau pihak baru
10	Customer Segment Tambahan	9 persen	91 persen tidak memiliki pembeli selain pengepul
11	MoU dengan Pengepul (Customer Relationship)	11 persen	89 persen bank sampah tidak memiliki MoU dengan pengepul
12	Penimbangan perbulan	1x1 bulan	62 persen BS menimbang 1 x 1 bulan
13	Capaian Konstruksi	54 persen	12 dari 45 Bank Sampah
14	Capaian Manajemen	71 persen	Belum dilakukan justifikasi

Saat ini bank sampah dipercaya oleh dinas lingkungan hidup kota sebagai perantara pencerdasan masyarakat terkait pola hidup ramah lingkungan. Pelatihan seperti pembuatan kerajinan, pengolahan pupuk kompos, atau jenis pelatihan lain terkait pengelolaan lingkungan diberikan pada para pengurus bank sampah dengan harapan akan ada kegiatan yang mampu meningkatkan nilai dari usaha mengelola sampah di wilayah setempat. Akan tetapi, berdasarkan survey 84% bank sampah tidak melakukan kegiatan tambahan selain jual beli sampah. Meskipun beberapa bank sampah mengakui melakukan kegiatan daur ulang sampah menjadi produk kreasi, namun hal tersebut hanya terbatas pada kegiatan pelatihan, tidak dijual, dan sebagian besar hasil kreasi digunakan oleh kalangan sendiri. Kegiatan bank sampah utamanya memberikan nilai ekonomis pada sampah yang layak untuk didaur ulang. Angka tersebut ternyata hanya menjadi 3,48 persen rata-rata sampah anorganik yang terkelola sejak lima tahun terakhir (2016-2020). Selain harga yang dinamis sesuai keinginan pembeli, produk dari bank sampah memiliki beberapa keunggulan lain. Kehidupan bank sampah secara finansial sangat bergantung dari banyaknya sampah yang ditabung oleh nasabah dan dapat dijual oleh bank sampah. Itulah sedikitnya gambaran umum kondisi bank sampah yang ada di Kota Yogyakarta. Rangkuman hasil kuesioner dan wawancara dapat dilihat pada Tabel 1.

Kekhasan kegiatan bank sampah di Kota Yogyakarta sebenarnya bisa dilihat dari kegiatan bank sampah yang tidak menggantungkan dirinya pada bangunan khusus bank sampah. Kalaupun ada, bangunan tersebut tidak digunakan untuk menyimpan atau sebagai gudang sampah. Kegiatan bank sampah dapat dilakukan di bale dusun, pos ronda, rumah warga, lorong hijau, hingga jalan warga. Padahal berdasarkan keterangan salah satu pengurus bank sampah, sampah yang sudah disortasi dengan baik dan layak untuk dijual ke bank sampah tidak kotor, tidak menimbulkan bau yang tidak sedap, dan sangat minim resiko diserang oleh tikus atau serangga mengingat sampah tidak ditumpuk terlalu lama (rentang penyimpanan antara 2 minggu hingga 1 bulan). Pada gambar 22 diperlihatkan kegiatan bank sampah yang tidak memiliki bangunan konstruksi. Biasanya, sampah yang dipilah oleh masyarakat dikumpulkan dirumah masing-masing kemudian dilakukan penimbangan dalam kurun waktu paling lama satu bulan sekali. Beberapa kendala yang dihadapi pola ini adalah keengganan warga yang menjadi calon nasabah untuk menyimpan sampah di rumahnya.

Berdasarkan hasil evaluasi manajemen bank sampah yang mengacu pada standar pada Permenlh nomor 13 tahun 2012 sekurang-kurangnya ada 13 poin utama yang dijabarkan menjadi sedikitnya 32 datum evaluasi standar manajemen bank sampah. Dari poin-poin tersebut ada beberapa yang sulit untuk dipenuhi atau dijalankan oleh bank sampah yang ada di Kota Yogyakarta, diantaranya jasa peminjaman uang, jasa jemput sampah, pengelompokan jenis tabungan, penetapan harga sampah, sistem bagi hasil, dan pemberian upah karyawan. Jam kerja bank sampah sangat menyesuaikan dengan waktu luang para pengelola. Dari 45 bank sampah, 27 bank sampah yang disurvei menjadwalkan kegiatan bank

sampah atau penimbangan sampah satu kali dalam satu bulan sekali, 10 bank sampah dua kali dalam satu bulan, lima bank sampah empat kali dalam satu bulan, dan tiga bank sampah dapat menerima sampah atau melakukan penimbangan setiap hari. Bank sampah yang dapat melakukan penimbangan setiap hari biasanya bank sampah yang memiliki tempat penampungan atau gudang sampah sendiri dan menjadikan kegiatan bank sampah sebagai mata pencaharian.

2) *Potensi Sampah Bernilai di Kota Yogyakarta*

Potensi sampah anorganik yang belum terkelola di Kota Yogyakarta masih cukup tinggi, yaitu mencapai 96,51 persen atau sekitar 22.000 ton per tahunnya (gambar 5). Sebesar 3,49 persen sampah anorganik dikelola oleh bank sampah setiap tahunnya. Angka tersebut didapatkan dari 21.471 nasabah yang terdaftar atau sekitar 15,28 persen dari total kepala keluarga yang ada di Kota Yogyakarta dengan tingkat keaktifan nasabah rata-rata sebesar 63 persen di setiap sesi penimbangan yang dapat dilihat pada Gambar 1.

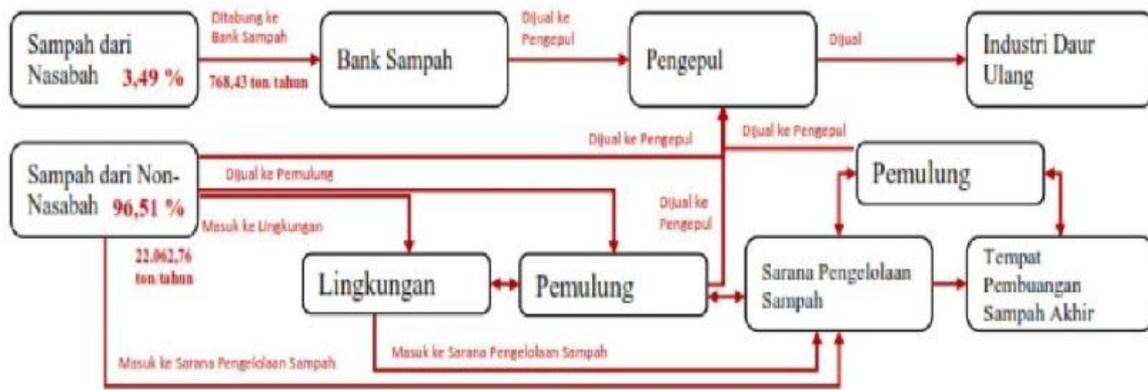
Berdasarkan tren pengumpulan sampah, sampah kertas merupakan sampah yang paling banyak ditabung oleh nasabah ke bank sampah dengan berat mencapai 457 ton per tahun. Berdasarkan hasil survey jenis sampah kertas yang diterima di bank sampah mencapai 10 jenis sampah. Tiga jenis sampah kertas yang paling banyak dikumpulkan oleh masyarakat adalah Kardus, Duplex, dan Arsip. Sebaran sampah kertas berdasarkan interpretasi peta banyak tersebar di daerah Kelurahan Notoprajan, Muja Muju, Sorosutan, Wirobrajan, dan Prawirodirjan dengan potensi sampah kertas sebesar 2.405 hingga 7.036 kg per tahun.

Sampah plastik yang diterima di bank sampah mencapai 30 jenis sampah. Tiga jenis sampah yang paling banyak dikumpulkan oleh masyarakat adalah Botol Plastik Campur, Kerasan, dan Botol Plastik Bersih atau Botol Plastik Minuman Mineral Merek X. Potensi sampah plastik berdasarkan interpretasi peta dengan kategori timbulan sangat tinggi berada di daerah Kelurahan Patangpuluhan dan Gedongkiwo dengan potensi sampah tahunan antara 5.050 hingga 11.923 kg per tahun. Meskipun demikian potensi pengelolaan sampah plastik bisa juga dilakukan di daerah lain mengingat meskipun termasuk kategori sedang, rentang potensi sampah tahunannya mencapai 2.011 kg per tahun.

Sampah logam yang diterima di bank sampah mencapai 13 jenis sampah. Tiga jenis sampah yang paling banyak dikumpulkan oleh masyarakat adalah Besi B, Kaleng, dan Besi A. Potensi sampah logam berdasarkan analisis peta banyak tersebar di daerah Kelurahan Panembahan, Wirogunan, dan Gedongkiwo dengan potensi sampah tahunan antara 1.921 hingga 4.015 kg/tahun.

Berdasarkan hasil survey jenis sampah kaca yang diterima di bank sampah mencapai enam jenis sampah. Tiga jenis sampah yang paling banyak dikumpulkan oleh masyarakat adalah Botol Sirup, Beling, dan Botol Kaca. Potensi sampah kaca berdasarkan analisis peta banyak tersebar di daerah Kelurahan Sorosutan dengan potensi sampah tahunan antara 1.124 hingga 2.370 kg/tahun.

Sampah Anorganik



Gambar 1. Diagram alir material sampah anorganik

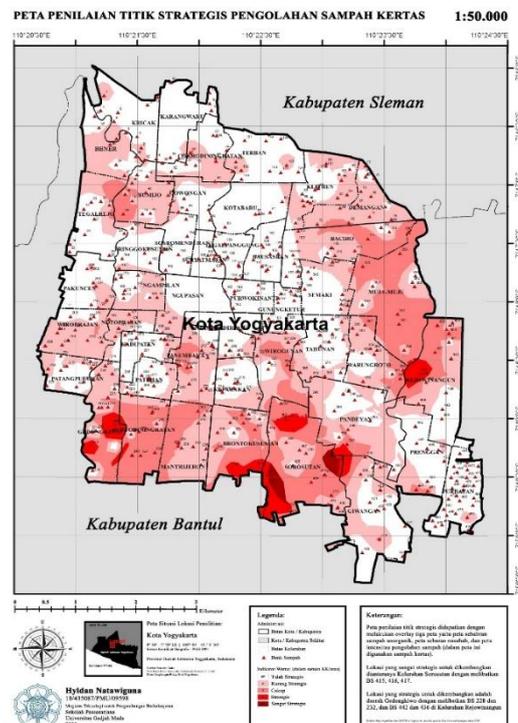
Sampah anorganik yang dapat dijadikan bahan baku produk daur ulang sebaiknya adalah sampah yang sudah dikenal oleh masyarakat ataupun nasabah sehingga ketersediaannya lebih dapat terjamin. Berdasarkan persentasenya sampah kardus, duplex, botol plastik campur, dan arsip memiliki nilai persentase yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan jenis sampah lainnya. Akan tetapi dalam menentukan jenis sampah yang akan di daur ulang perlu juga dipertimbangkan teknologi dan cara daur ulangnya sehingga dapat diterapkan dengan lebih mudah oleh masyarakat. Teknologi untuk mengolah sampah plastik memang cukup banyak dikembangkan dan diteliti. Sampah berjenis kertas banyak diolah sebagai bahan kerajinan atau sebagai bahan kertas daur ulang. Berdasarkan hasil uji anova sampah kertas memiliki jumlah paling tinggi namun variannya juga tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa sebaran sampah kertas sangat beragam di setiap wilayahnya untuk itu pemetaan dilakukan untuk melihat sebaran tersebut. Perbedaan varian yang tinggi ini pula yang menjadikan pembagian kelas dengan metode jenks natural breaks saat analisis spasial tepat untuk dilakukan. Berdasarkan ketersediaan dan teknologi pengolahannya, sampah jenis kertas dipertimbangkan sebagai contoh untuk usaha industri pengolahan sampah yang dapat dikelola oleh masyarakat atau bank sampah.

3) Bisnis Pengelolaan Sampah Kertas menjadi Kertas Daur Ulang

Bank sampah di Kota Yogyakarta mampu beroperasi bahkan ditengah kondisi pandemi covid-19. Hal ini dikarenakan kondisi pembatasan kegiatan masyarakat tidak meniadakan timbulan sampah yang ada di masyarakat. Berdasarkan keterangan salah satu pengurus bank sampah, kegiatan menjual sampah juga dirasakan membantu menyokong kebutuhan ekonomi rumah tangga melalui penjualan sampah. Hingga saat ini peran serta masyarakat sangat penting dan strategis dalam kegiatan bank sampah. Hal itu pula yang dapat diadaptasi dan diterapkan pada bisnis atau usaha pengolahan sampah anorganik.

Gambar 2 berikut menunjukkan peta lokasi strategis pengolahan sampah kertas di Kota Yogyakarta. Peta ini menggambarkan titik-titik lokasi yang memiliki potensi

tinggi untuk pengolahan sampah kertas, yang berfungsi sebagai dasar dalam menentukan tempat yang paling efektif untuk mendirikan fasilitas pengolahan sampah daur ulang. Dengan adanya peta ini, dapat dilihat kawasan-kawasan yang memiliki kepadatan sampah kertas yang lebih tinggi, serta aksesibilitas yang baik, sehingga memudahkan dalam pengumpulan dan distribusi sampah ke bank sampah atau tempat pengolahan. Penempatan fasilitas pengolahan di lokasi yang tepat akan mendukung keberlanjutan dan efisiensi proses daur ulang sampah kertas, serta meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah. Peta ini juga memperlihatkan potensi sinergi antara lokasi bank sampah dan fasilitas pengolahan sampah kertas yang dapat mempercepat proses daur ulang serta meningkatkan partisipasi masyarakat dalam kegiatan pengelolaan sampah berbasis ekonomi sirkular.



Gambar 2. Peta lokasi strategis pengolahan sampah kertas

Usaha daur ulang sampah baik ditingkat bank sampah maupun ditingkat tempat pengolahan sampah terpadu memiliki dampak positif bagi lingkungan dan yang menjalankan prosesnya. Hal tersebut bisa dilakukan secara terpisah maupun terintegrasi menjadi sebuah sistem seperti yang digambarkan. Skema pengelolaan sampah pada Gambar 4 tidak hanya meminimalisir jumlah sampah yang masuk ke fasilitas pembuangan namun juga secara perlahan membentuk pola konsumsi yang lebih bertanggung jawab. Indonesia sendiri telah memulai komitmen pola konsumsi yang bertanggung jawab sejak diterbitkannya Peraturan Presiden nomor 97 tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga

IV. SIMPULAN

pengelolaan sampah anorganik melalui bank sampah di Kota Yogyakarta memiliki potensi yang besar, terutama untuk sampah jenis kertas, kardus, duplek, botol plastik campur, dan arsip. Pemetaan potensi sampah berdasarkan jumlah penduduk dan analisis titik strategis menunjukkan bahwa Kelurahan Sorosutan adalah lokasi yang tepat untuk pengembangan usaha daur ulang sampah, meskipun bank sampah di kota ini masih perlu perbaikan dalam hal manajemen dan infrastruktur. Usaha daur ulang sampah kertas, baik skala rumah tangga maupun industri, menunjukkan hasil yang layak dengan potensi peningkatan produksi dan nilai jual yang signifikan. Dengan analisis kelayakan bisnis yang positif, usaha ini diharapkan dapat memberi dampak positif terhadap perekonomian lokal dan mengurangi timbulan sampah. Selain memberikan dampak ekonomi, usaha ini juga diharapkan mendukung upaya pengurangan sampah dan pencapaian target pengelolaan sampah nasional yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta berkontribusi pada ekonomi sirkular yang lebih luas.

REFERENCES

- [1] Bafdal, Nurpilihan, Amaru, Kharistya, Pareira P., Boy Macklin. 2011. Buku Ajar Sistem Informasi Geografis. Bandung: Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran.
- [2] ESRI. 2016. Comparing Interpolation Methods. Environmental System Research Institute. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/comparing-interpolation-methods.htm> diakses pada tanggal 5 Juli 2021..
- [3] ESRI. 2016. Data Classification Methods. Environmental System Research Institute. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm> diakses pada tanggal 5 Juli 2021..
- [4] ESRI. 2016. Understanding Interpolation Analysis. Environmental System Research Institute. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-interpolation-analysis.htm> diakses pada tanggal 5 Juli 2021.
- [5] ESRI. 2016. Understanding Reclassification. Environmental System Research Institute. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-reclassification.htm> diakses pada tanggal 5 Juli 2021. H. Rahmani *et al.*, "Implementasi Teknologi Internet of Things Di Sektor Pelayanan Kesehatan Primer (Posyandu Dan Posbindu) Di Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat," *J. Abdimas Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 21–30, 2024, doi: 10.33755/jas.v1i1.6.
- [6] ESRI. 2016. Union. Environmental System Research Institute. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/union.htm> diakses pada tanggal 16 November 2021. R. K. Saputra, A. Y. Purnama, and R. Perdhana, "Pemetaan Jangkauan Fasilitas Kesehatan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) Menggunakan Software QGIS," *J. Ilmu Kesehat. Masy.*, vol. 12, no. 06, pp. 523–529, 2023, doi: 10.33221/jikm.v12i06.2358.
- [7] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2019. Komposisi Sampah Kota Yogyakarta. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. <http://sipsn.menlhk.go.id/> diakses pada tanggal 12 Juni 2020
- [8] Nazir, M. 2003. Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia
- [9] Putranto, T. W. C., Hezim, F., Citrasari, N., Santoso, S. B. 2019. The Mapping of Active Waste Banks Based on Geographic Information System (GIS) as an Effort for Waste Management in Surabaya City. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 245. IOP Publishing
- [10] Yano, Masayuki. Penn, James Douglass., Konidaris, George. Patera, Anthony T. 2013. Math, Numerics, & Programming for Mechanical Engineers. Massachusetts Institute of Technology, Amerika Serikat.