

ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA BERDASARKAN KARAKTERISTIKNYA DI KECAMATAN TERNATE SELATAN, MALUKU UTARA

Nurfadhilah Arif^{1)*}, Andy Kurniawan²⁾, Muh Faedly H Tidore³⁾

¹⁾²⁾³⁾, Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Khairun

*email: dhila.arif@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas masyarakat di Kecamatan Ternate Selatan memicu banyaknya sampah yang dihasilkan. Sedangkan, sistem pengelolahan sampah secara open dumping belum mampu menampung keseluruhan sampah tersebut. Akibatnya, banyak masyarakat yang mengelolah sampahnya dengan membuang di kali atau di pinggir pantai. Padahal sampah tersebut berpotensi dimanfaatkan menjadi lebih berharga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sampah organik di Ternate Selatan dan pemanfaatannya. Metode penelitian yang digunakan yaitu berdasar pada SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa jumlah timbulan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Ternate Selatan sebanyak 0,484 kg/orang/hari dengan komposisi sampah organik sebesar 52%. Sampah organik ini berpotensi dijadikan sebagai pupuk kompos, biogas, media budidaya maggot, dan ecoenzyme.

Kata kunci: sampah organik, sampah rumah tangga, ternate, maluku utara

Analysis of The Household Organic Waste Usage Potential Based On Its Characteristics in South Ternate District, North Maluku

ABSTRACT

Community activities in South Ternate District triggers the large amount of waste produced. Meanwhile, the open dumping waste management system is not yet able to accommodate all of this waste. In generally, many people manage their waste by throwing it into rivers or on the beach. Even though, this waste has the potential to be used to make it more valuable. This research aims to determine the potential of organic waste in South Ternate District and its utilizations. The research method is based on SNI 19-3964-1994 about methods for collecting and measuring samples of urban waste generation and composition. The research results reveal that the amount of waste generated by the people in South Ternate District is 0.484 kg/person/day with an organic waste composition is 52% of all waste types. This organic waste has the potential to be used as compost, biogas, black soldier fly cultivation media, and ecoenzyme.

Keywords: organic waste, household waste, Ternate, North Maluku.

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk sejalan dengan meningkatnya pola konsumsi masyarakat. Hal tersebut juga berpengaruh pada laju produksi sampah, utamanya sampah rumah tangga. Menurut Undang-Undang RI No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, sampah merupakan sisa konsumsi dari kegiatan sehari-hari manusia atau residu dari proses alam yang dapat berbentuk padat. Masalah lainnya dari pengelolaan sampah yaitu kapasitas penanganan dan pengelolaan yang dilakukan oleh perorangan maupun pemerintah belum optimal (Riswan, 2011). Pengelolaan sampah yang kurang baik sangat berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan. Pengingkatan jumlah sampah tidak berbanding lurus dengan ketersediaan Lahan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Hal tersebut mengakibatkan lahan TPA tidak dapat menampung sampah secara berkelanjutan. Selain itu, rendahnya infrastruktur menimbulkan permasalahan yang cukup rumit bagi kebanyakan wilayah di Indonesia (Widiarti, 2012).

Masalah sampah ini perlu melibatkan berbagai lapisan untuk memberikan solusi efektif dan efisien dalam penanganannya. Pemerintah selaku stakeholder wajib menerapkan sistem pengelolaan sampah dengan penyediaan fasilitas dan kebijakan yang mendukung. Sedangkan, peran masyarakat juga sangat penting dalam mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang sampah dari rumah sebelum dibuang ke TPA.

Pengelolaan sampah yang efektif lebih dititikberatkan pada perubahan persepsi dan perilaku masyarakat. Pengelolaan secara *bottom-up* yaitu lebih mengutamakan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sampah lebih efektif dibandingkan secara *top-down* yaitu mengutamakan pengelolaan berdasar pada kebijakan stackholder saja (Saribanon, 2009). Akar permasalahan lingkungan ini bersumber dari kurangnya kesadaran masyarakat dalam menjaga dan mengelola lingkungannya. Banyak di antara mereka masih belum tereduksi dalam pengelolaan lingkungan yang tepat. Bahkan setelah mendapatkan edukasi pun, masih banyak yang sulit dalam menerapkannya. Di sisi lain, aktifitas manusia yang paling banyak merusak lingkungan adalah menghasilkan limbah rumah tangga (Hasibuan, 2016).

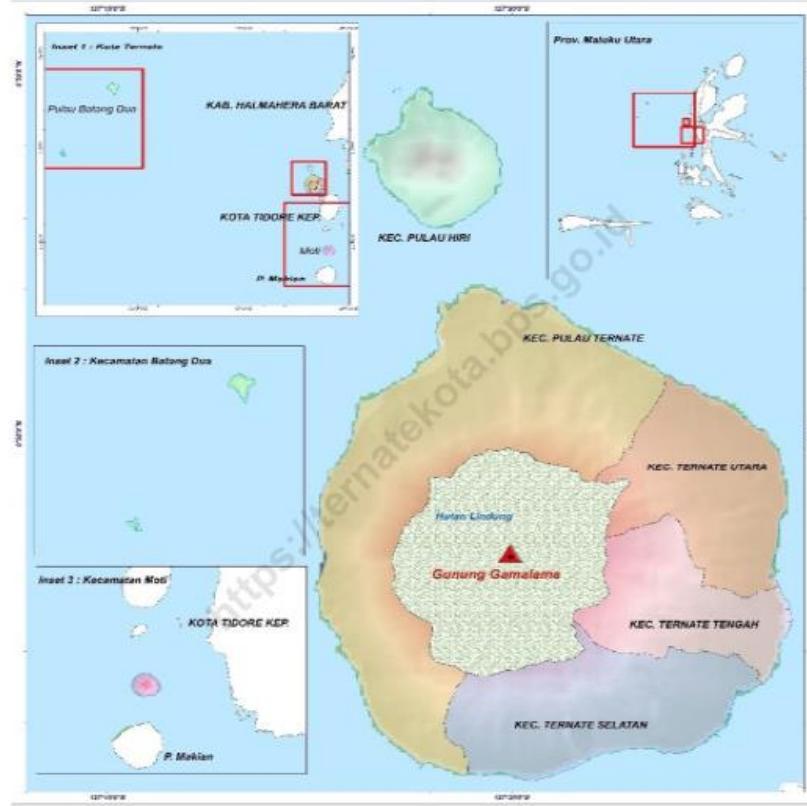
Kecamatan Ternate Selatan merupakan salah satu wilayah padat penduduk di Kota Ternate, Maluku Utara. Berdasarkan data BPS tahun 2023, jumlah penduduk Ternate Selatan sebesar 7.097.000 jiwa, dengan luas wilayah 712 km². Sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai nelayan, pedagang, wiraswasta dan petani. Wilayah ini juga merupakan pusat pendidikan di Ternate, terdapat 3 perguruan tinggi di kecamatan ini. Kondisi tersebut menyebabkan banyak pemukiman warga yang terisi oleh kos-kos mahasiswa. Sehingga, menambah jumlah populasi di kecamatan ini. Hal tersebut juga berdampak pada jumlah timbulan sampah juga semakin meningkat. Kebiasaan warga yang masih mengelolah sampah dengan cara dibuang langsung ke lingkungan, dibuang ke kali atau di pinggir pantai, menyebabkan permasalahan sampah di wilayah ini semakin memprihatinkan.

Aktivitas masyarakat yang terjadi di Kecamatan Ternate Selatan ini menyebabkan volume sampah rumah tangga yang dihasilkan cukup besar. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui karakteristik sampah di wilayah ini. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui potensi pemanfaatan sampah organik berdasarkan karakteristiknya di Kecamatan Ternate Selatan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam kajian lebih lanjut terkait pemanfaatan sampah rumah tangga sehingga lebih memiki nilai ekonomis dan dapat menurunkan jumlah timbulan sampah.

Di sisi lain, dewasa ini, telah banyak dikembangkan sistem pengelolaan sampah. Sistem pengelolahan sampah yang paling popular yaitu 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). Sistem ini dapat pula diterapkan untuk sampah organik. Beberapa teknologi pengelolaan sampah organik yaitu memanfaatkan menjadi pupuk kompos (Noviana dan Sukwika, 2020). Penerapan sistem pengelolaan ini perlu dilakukan mengingat sistem ini mudah dilakukan di masing-masing rumah. Hal tersebut merupakan langkah yang efektif dalam pengelolaan lingkungan. Selain itu, hal tersebut dapat membentuk kesadaran masyarakat melalui pembentukan kebiasaan mengelolah sampah rumah tangganya sendiri.

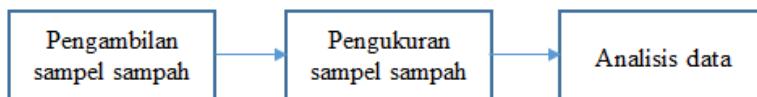
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Ternate Selatan, tepatnya di kelurahan Sasa, kelurahan Gambesi, dan kelurahan Fitu. Penelitian dilakukan pada bulan Juni - Agustus 2023. Peralatan dan perlengkapan yang digunakan dalam pengambilan sampel diantaranya: sarung tangan, masker, kantong plastik sebagai wadah, dan timbangan untuk mengetahui berat.



Gambar 1. Peta Wilayah Ternate (BPS, 2023)

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berbasis pada SNI 19-3964-1994 tentang Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Besaran standar yang digunakan sebagai perbandingan pada SNI 19-3983-1995 tentang spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan kota sedang di Indonesia. Timbulan sampah adalah sampah yang dihasilkan dari sumber sampah. Dalam hal ini, sumber sampah berasal dari rumah tangga di Kecamatan Ternate Selatan.



Gambar 2. Alur Penelitian

Pengambilan sampel sampah dilakukan secara *random sampling*. Pengambilan sampel dilakukan selama 8 hari berturut-turut pada lokasi yang sama. Rumah warga dibedakan berdasarkan kriteria: (1) permanen pendapatan tinggi; (2) semi permanen pendapatan sedang; (3) non permanen pendapatan rendah. Data dianalisis dengan melakukan perhitungan berat sampah dan volume sampah sehingga dapat dihitung berat jenis sampah. Selain itu dilakukan pula perhitungan terhadap persentasi komposisi sampah. Sehingga diperoleh jumlah timbulan sampah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Existing Pengelolaan Sampah di Kota Ternate

Sistem pengelolaan sampah secara umum di Kota Ternate masih menggunakan sistem *open dumping*, dimana sistem ini mengangkut sampah dari sumber timbulan sampah untuk dibuang menuju ke suatu lokasi terpadu. Namun, tidak sedikit masyarakat Kota Ternate terutama di Kecamatan Ternate Selatan yang mengelolah sampah secara mandiri dengan cara dibuang ke barangka (kali) dan pinggir pantai. Selain itu, sistem pembakaran sampah juga masih berlaku di Ternate Selatan. Pengelolaan sampah di Kota Ternate sebagian besar masih belum terpilah. Sehingga sering dijumpai TPS atau TPA yang sampohnya masih bercampur antara sampah organik maupun anorganik. Pengumpulan sampah merupakan proses pengangkutan dari sumber timbulan sampah ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS) hingga ke Tempat Pembuangan

Akhir (TPA). TPA di Kota Ternate hanya ada satu tempat yaitu TPA Bukit Dero-dero di Kelurahan Takome dengan luas lahan sebesar 8 Ha. TPA ini menggunakan sistem operasi *Control Landfill*. Adapun TPS di Kota Ternate berbentuk container yang tersebar di beberapa titik di Kota Ternate. Sedangkan, sarana pengangkutan sampah yang keliling di dalam kota berupa dump truck sebanyak 12 buah dengan kapasitas 8 m³/unit dan beberapa mobil ambrol (motor roda tiga).

2. Jumlah Sampel Sampah

Pengambilan sampel dilakukan secara acak dengan berdasar pada metode SNI 19-3964-1994. Jumlah populasi di Kelurahan Sasa, Kelurahan Gambesi, dan Kelurahan Fitu sebesar 9.268 jiwa yang ada pada total 2.681 kepala keluarga. Koefisien perumahan yang digunakan yaitu 0,5 karena termasuk pada kriteria kota kecil. Hasil perhitungan sebagai berikut:

$$S = C_d \sqrt{P_s} \cdot 0,5 \sqrt{9268} \approx 48 \text{ jiwa}$$

$$\frac{S}{N} = \frac{48}{5} = 9,6 \sim 10 \text{ kepala keluarga}$$

Dimana: S = Jumlah contoh (jiwa) ; Cd = Kota sedang / kecil; Ps = Populasi (jiwa); K = jumlah sampel (KK); N = rata-rata jumlah jiwa per KK.

Jumlah sampel sampah hasil perhitungan yaitu 10 rumah yang tersebar di Kelurahan Sasa, Kelurahan Gambesi, dan Kelurahan Fitu. Detailnya, 5 rumah di Kelurahan Sasa, 3 rumah di Kelurahan Gambesi, dan 2 rumah di Kelurahan Fitu. Karena metode pengambilan sampel secara random sampling, maka rumah yang paling banyak sebagai contoh yaitu di Kelurahan Gambesi. Kelurahan Gambesi merupakan tempat perputaran ekonomi dengan cepat di Kecamatan Ternate Selatan. Di Kelurahan ini, banyak pedagang dan pengusaha UMKM. Selain itu, di kecamatan ini pula masyarakat masih sering membuang sampahnya ke pinggir pantai dan barangka (kali). Sedangkan, di Kelurahan Gambesi, terdapat 2 perguruan tinggi, sehingga di sekitarnya banyak kos-kosan mahasiswa dan populasinya menjadi lebih padat. Pengambilan data ini yang dilakukan selama 8 hari berturut-turut.

3. Berat Jenis Sampah

Berat jenis sampah merupakan hasil pembagian antara berat sampah dan volume sampah. Berat jenis sampah ini sebagai data untuk menentukan timbulan sampah di lokasi penelitian. Pengukuran volume sampah dilakukan menggunakan kotak kayu berukuran 20x20x50 cm² dengan berat 1,2 kg. Perhitungan dilakukan dengan menghitung persentasi volume sampah yang dikumpulkan per volume total. Berat jenis sampah sampel yang dikumpulkan dari masyarakat di Kelurahan Ternate Selatan dapat dilihat pada Tabel 1. Total volume sampah yang dikumpulkan selama 8 hari sebesar 4,2 m³ dan berat sampah 185,9 kg. Sehingga, berat jenis sampah yaitu 359,59 m³/kg dengan rata-rata berat jenis 44,95 m³/kg.

Tabel 1. Berat jenis sampah di Kecamatan Ternate Selatan

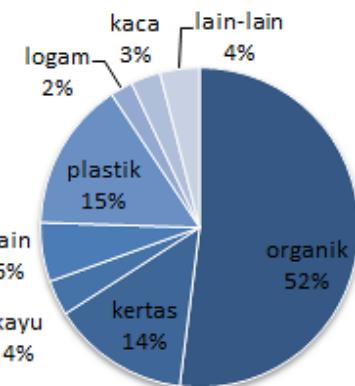
Hari ke-	Jumlah KK (sampel)	Volume Sampah (m ³)	Berat Sampah (kg)	Berat jenis sampah (kg/m ³)
1	10	0,49	27,7	56,53
2	10	0,45	19,8	44
3	10	0,44	17,9	40,68
4	10	0,60	28	46,67
5	10	0,58	24	41,38
6	10	0,54	20	37,04
7	10	0,67	23,4	34,93
8	10	0,43	25,1	58,37
Total		4,2	185,9	359,59
Rata-rata		0,525	23,24	44,95

Sumber: Hasil Pengelolaan Data, 2023

4. Komposisi Sampah

Kondisi sampah yang diambil dari rumah warga awalnya masih bercampur antara organik dan anorganik, sehingga perlu dipisahkan secara manual. Dengan kegiatan ini, warga yang menjadi sampel juga secara langsung tereduksi untuk memilah sampah. Komposisi sampah yang dimaksud pada penelitian ini yaitu, komposisi fisik sampah. Komposisi sampah dibedakan menjadi sampah basah (organik), kertas, kayu, kain, plastik, logam, kaca dan lain-lain.

Perhitungan komosisi sampah merujuk pada standar SNI (Gambar 3). Namun, Penelitian ini hanya berfokus pada sampah organik yang dihasilkan dari rumah tangga.

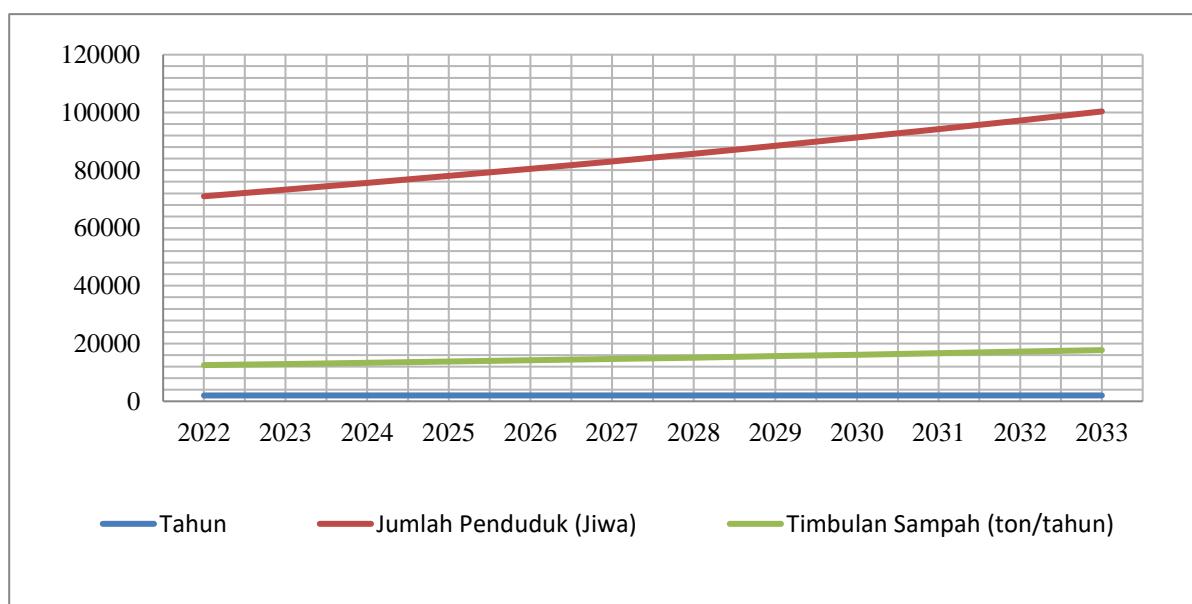


Gambar 3. Komposisi Sampah di Kecamatan Ternate Selatan

5. Timbulan sampah dan proyeksinya

Timbulan sampah dihitung berdasarkan pada volume dan berat sampah serta besar komposisinya dibagi dengan jumlah jiwa yang menjadi sampel. Dimana, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 48 jiwa. Hasil perhitungan menunjukkan, pada tahun 2023, jumlah timbulan sampah organik di Kecamatan Ternate Selatan sebesar 0,484 kg/orang/hari. Hampir setengah dari timbulan sampah tersebut merupakan sampah organik yang bisa dimanfaatkan lebih lanjut tanpa harus berakhir di TPA.

Proyeksi potensi timbulan sampah pada tahun selanjutnya diperoleh dari hasil perkalian antara jumlah timbulan sampah dan jumlah penduduk pada tahun proyeksi. Potensi timbulan sampah ini diproyeksikan hingga 10 tahun ke depan dengan laju pertumbuhan penduduk 0,032 (BPS, 2023).



Gambar 4. Proyeksi jumlah timbulan sampah organik di Kecamatan Ternate Selatan 2022-2033

Grafik tersebut (Gambar 4) menggambarkan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah timbulan sampah. Semakin banyak penduduknya semakin meningkat jumlah timbulan sampah organik yang dihasilkan. Berdasarkan pada grafik proyeksi jumlah timbulan sampah di Kecamatan Ternate Selatan menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk hingga tahun 2033 (10 tahun ke depan) mencapai 100.357 jiwa atau meningkat 70% dari tahun sekarang. Sedangkan jumlah timbulan sampah juga meningkat setiap tahunnya hingga pada

tahun 2023 mencapai 17729,22 ton/tahun. (Proyeksi ini diasumsikan tidak ada pengelolaan sampah khusus sampah organik rumah tangga).

6. Perencanaan Pengelolaan Limbah Organik

Berdasarkan data yang diuraikan di atas, diketahui bahwa sampah yang paling dominan di Ternate Selatan adalah sampah organik. Sampah organik merupakan sampah yang mudah terurai oleh dekomposer. Selain itu, kandungan kimia yang ada dalam sampah organik jika tidak dikelolah dengan baik dapat menimbulkan gas. Sampah organik yang menumpuk tidak mendapatkan oksigen yang cukup sehingga metagenon terus terakumulasi dalam jumlah besar dan terperangkap di dalam tanah dan meledak jika jumlah metagonnya sudah di ambang batas. Selain itu, terdapat sifat gas metana yang mudah terbakar (Sustaintation, 2021).

Di era ini, banyak penerapan ilmu pengetahuan sampah organik yang telah dikembangkan. Sampah organik dapat dipisahkan dari sampah yang sulit terurai kemudian masuk ke pengelolaan yang lebih lanjut. Berikut ini merupakan beberapa potensi pengelolaan sampah organik yang bisa diterapkan di Ternate Selatan.

Tabel 2. Potensi Pemanfaatan sampah organik

Potensi Pemanfaatan	Sarana dan Prasarana
Kompos	1. Mobil amrol untuk mengangkut sampah Komposter 2. Mesin pencacah 3. EM4 atau molase 4. Ruangan minimal berukuran 4x4 m
Biogas	1. Mobil amrol untuk mengangkut sampah Reaktor Biodigester 2. Genset 3. Lahan minimal berukuran 10x10 m
Media BSF (maggot)	1. Mobil amrol untuk mengangkut 2. Kandang BSF dewasa minimal 2x2 m 3. Biofond pembesaran dan biofond migrasi 4. Lahan minimal berukuran 10x10 m
Ecoenzyme	1. Mobil amrol untuk mengangkut sampah dari warga 2. Beberapa botol sebagai wadah fermentasi 3. Ruang penyimpanan minimal berukuran 4x4 m

Sumber: Rangkuman dari beberapa referensi, 2023

Sampah organik yang berasal dari rumah dapat dijadikan sebagai pupuk kompos padat dan cair dengan sistem komposter. Sistem merupakan cara sederhana yang dapat dilakukan secara terpadu maupun individu di rumah masing-masing. Sistem kerja sistem ini menggunakan decomposer untuk mempercepat penguraiannya. Dekomposer tersebut dapat berasal dari EM4 atau molase yang membantu proses pembusukan material organik hingga menjadi kompos. Sistem ini bisa diaplikasikan pada tipe sampah organik yang sudah bercampur (sisa makanan, kulit buah, potongan sayur, daun-daun, dan sebagainya).

Sampah organik juga dapat dimanfaatkan menjadi biogas dengan membuat sistem biodigester. Biodigester ini bekerja secara anaerob. Pembusukan sampah organik pada biodigester menghasilkan komposisi gas metana (CH_4), karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya seperti hidrogen sulfida (H_2S). Gas metana ini merupakan produk utama yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai sumber listrik, sumber gas untuk memasak, dan pupuk (*digestate*). Biodigester dapat mengelolah semua jenis sampah organik kecuali kulit jeruk dan sejenisnya yang mengandung zat limonene.

Pemanfaatan lain dari sampah organik dapat dijadikan sebagai media budidaya lalat *Black Soldier Fly* atau disebut maggot. Lalat ini dapat bertahan dalam kondisi asam dan mengandung kadar air yang tinggi seperti media organik. Lalat ini mencerna sampah organik dalam proses pertumbuhannya dan mengurainya menjadi kasgot. Kasgot dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik sedangkan larva lalat BSF (maggot) dapat dijadikan sebagai pakan untuk ternak dan ikan.

Selain itu, sampah organik dapat diolah menjadi ecoenzyme. Ecoenzyme ini biasanya digunakan sebagai cairan pembersih dan pengusir hama pada tanaman. Ecoenzyme adalah hasil fermentasi dari ampas buah dan sayuran yang dicampur dengan bahan glukosa dan air.

KESIMPULAN

Kecamatan Ternate Selatan menghasilkan timbulan sampah paling banyak berupa sampah

organik yang berasal dari rumah tangga dengan komposisi sebesar 52%. Rata-rata berat jenis sampah yang terhitung adalah 44,95 kg/m³/hari. Dengan demikian, timbulan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Kecamatan Ternate Selatan sebesar 0,484 kg/orang/hari. Di samping itu, proyeksi timbulan sampah ke depan semakin bertambah seiring bertambahnya jumlah penduduk. Nilai timbulan sampah ini cukup besar sehingga perlu pengolahan lebih lanjut. Untuk sampah organik, dapat diolah menjadi pupus kompos melalui sistem komposter. Sampah organik juga dapat dijadikan sebagai biogas melalui sistem biodigester. Pemanfaatnya lainnya dari sampah organik juga dapat menjadi media budidaya alat BSF (Black Soldier Fly) atau maggot. Selain itu, sampah organik juga dapat dibuat menjadi ecoenzyme.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada seluruh tim yang terlibat baik dalam penulisan maupun dalam pengambilan data di lapangan. Terimakasih pula kepada pemerintah kecamatan Ternate Selatan dan seluruh warganya yang kooperatif dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Artiningsih, N.K.A. (2008). Peran Serta Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah rumah Tangga. *Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan*, Universitas Diponegoro, Semarang
- Badan Pusat Statistik. (2022). Kecamatan Ternate Selatan Dalam Angka 2022. Maluku Utara.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Kota Ternate Dalam Angka 2023. Maluku Utara.
- Hasibuan, R. (2016). Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmiah "Advokasi"*, 4(1), 42-51
- Hayat dan Sayadi, H. (2018). Model Inovasi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga. *Jurnal Ketahanan Pangan*, 2(2), 131-141
- Noviana, L. dan Sukwika, T. (2020). Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Pupuk Kompos Ramah Lingkungan di Kelurahan Bhaktijaya Depok. *Jurnal Pengabdian Untuk Mu Negeri*, 4(2), 237-241
- Rahayu, D.E dan Sukmono, Y. (2013). Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Organik Pasar berdasarkan Karakteristiknya (Studi Kasus Pasar Segiri Kota Samarinda). *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 5(2), 77-90
- Riswan, Sunoko, H.R., Hadiyarto, A. (2011). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Daha Selatan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9 (1), 31-38
- Saribanon, N., dkk. (2009). Perencanaan Sosial dalam Pengelolaan Sampah Permukiman Berbasis Masyarakat di Kotamadya Jakarta Timur. Forum Pascasarjana, *Jurnal Dokumentasi dan Informasi (LIP)*, 32(2), 143-153
- Sidabalok, I., Kasirang, A. dan Suriani. (2014). Pemanfaatan Limbah Organik menjadi Kompos. *Majalah Aplikasi Ipteks NGAYAH*, 5(2), 85-94
- SNI 19-3964-1994. Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan
- SNI 19-3983-1995. tentang spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan kota sedang di Indonesia
- Subekti, S. (2010). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga 3R Berbasis Masyarakat. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, 124-130.
- Sustaination (2021). Bahaya Sampah Organik, Ancaman Besar Bagi Bumi Kita. <https://sustaination.id/bahaya-sampah-organik/>. Diakses tanggal 1 Januari 2024.
- Widiarti, I.W. (2012). Pengelolaan Sampah Berbasis "Zero Waste" Skala Rumah Tangga Secara Mandiri. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 4(2), 101-113