

## **Pengolahan sampah organik di Kota Gunungsitoli** *Organic waste processing in Gunungsitoli City*

N. Y. Harefa<sup>1\*</sup>, K. Pharmawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia

### **Abstrak.**

Sampah adalah material sisa yang tidak diinginkan setelah suatu proses selesai. Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan masalah persampahan. Kota Gunungsitoli merupakan salah satu daerah yang mengalami masalah persampahan. Pertumbuhan penduduk yang meningkat menghasilkan timbulan sampah yang semakin banyak. Pelayanan sampah di Kota Gunungsitoli masih 49,1% sehingga masih terdapat 50,9% masyarakat yang belum terlayani. Tujuan penelitian ini adalah menentukan alternatif pengolahan sampah organik untuk mengurangi sampah yang masuk ke TPA. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif kualitatif dengan cara menganalisis pengolahan sampah di lokasi studi dan memberikan rekomendasi pengolahan sampah lainnya. Jumlah timbulan sampah rata-rata per hari di Kota Gunungsitoli pada tahun 2020 adalah 133.828 m<sup>3</sup>/tahun. Sampah yang paling banyak dihasilkan di Kota Gunungsitoli adalah sampah organik sebesar 71% dan sampah anorganik sebesar 29%. Pengolahan sampah di Kota Gunungsitoli dilakukan di TPA dengan cara pengomposan. Alternatif pengolahan sampah organik lainnya yang dapat dilakukan adalah pengolahan sampah organik menggunakan *maggot* dan proses daur ulang untuk sampah anorganik.

### **Abstract.**

*Waste is unwanted residual material after a process is complete. Garbage that is not managed properly will lead to waste problems. Gunungsitoli City is one of the areas experiencing solid waste problems. Increasing population growth results in more and more waste generation. Garbage services in Gunungsitoli City are still 49.1% so that there are still 50.9% of people who have not been served. The aim of this research was to determine the processing of organic waste to reduce the waste that goes to the landfill. The research method used was descriptive qualitative analysis by analyzing waste management at the study site and providing recommendations for other waste management. The average amount of waste generated per day in Gunungsitoli City in 2020 is 133,828 m<sup>3</sup>/years. The most waste generated in Gunungsitoli City is organic waste by 71% and inorganic waste by 29%. Waste processing in Gunungsitoli City is carried out at the TPA by composting. Another alternative for processing organic waste that can be done is processing organic waste using maggot. In addition, organic waste processing also needs to be done with a recycling process.*

*Keywords: maggot, generation, composition, landfill*

Kata kunci: *maggot*, timbulan, komposisi, TPA

## **1. PENDAHULUAN**

Permasalahan sampah merupakan tantangan bagi daerah perkotaan yang sedang berkembang (Phelia dan Sinia 2021). Sampah adalah bahan tersisa yang tidak diperlukan manakala suatu proses berakhir, merupakan konsekuensi dari aktivitas manusia (Kahfi 2017). Kota Gunungsitoli adalah salah satu daerah yang mengalami permasalahan sampah. Adanya timbulan sampah di Kota Gunungsitoli berasal dari rumah tangga, pertokoan, perkantoran, fasilitas umum dan restoran. Pertumbuhan penduduk yang meningkat setiap tahunnya dan tingkat konsumtif masyarakat berpengaruh terhadap permasalahan sampah.

---

\* Korespondensi Penulis  
Email : harefanicolas@gmail.com

Pertumbuhan penduduk menyebabkan masalah pengelolaan sampah mulai dari masalah timbulan sampah, kebutuhan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah dan biaya lingkungan yang ditimbulkan (Setiadi 2015). Menurut data Dinas Lingkungan Hidup Kota Gunungsitoli (2020), Kota Gunungsitoli memiliki jumlah penduduk 135.797 jiwa dan setiap hari masyarakat Kecamatan Gunungsitoli menghasilkan sampah sebanyak 366,5 m<sup>3</sup>/hari, sehingga pada tahun 2020 masyarakat Kota Gunungsitoli menghasilkan timbulan sampah sebanyak 133.828 m<sup>3</sup>/tahun. Pelayanan sampah di Kota Gunungsitoli hanya menjangkau sebesar 49,1% sehingga masih terdapat 50,9% masyarakat yang belum terlayani. Akibatnya sebagian sampah tidak terangkut dan terolah, sehingga sebagian masyarakat memperlakukan sampah dengan sejumlah cara, seperti dibakar, dibuang begitu saja ke selokan atau sungai dan dibenamkan di dalam tanah.

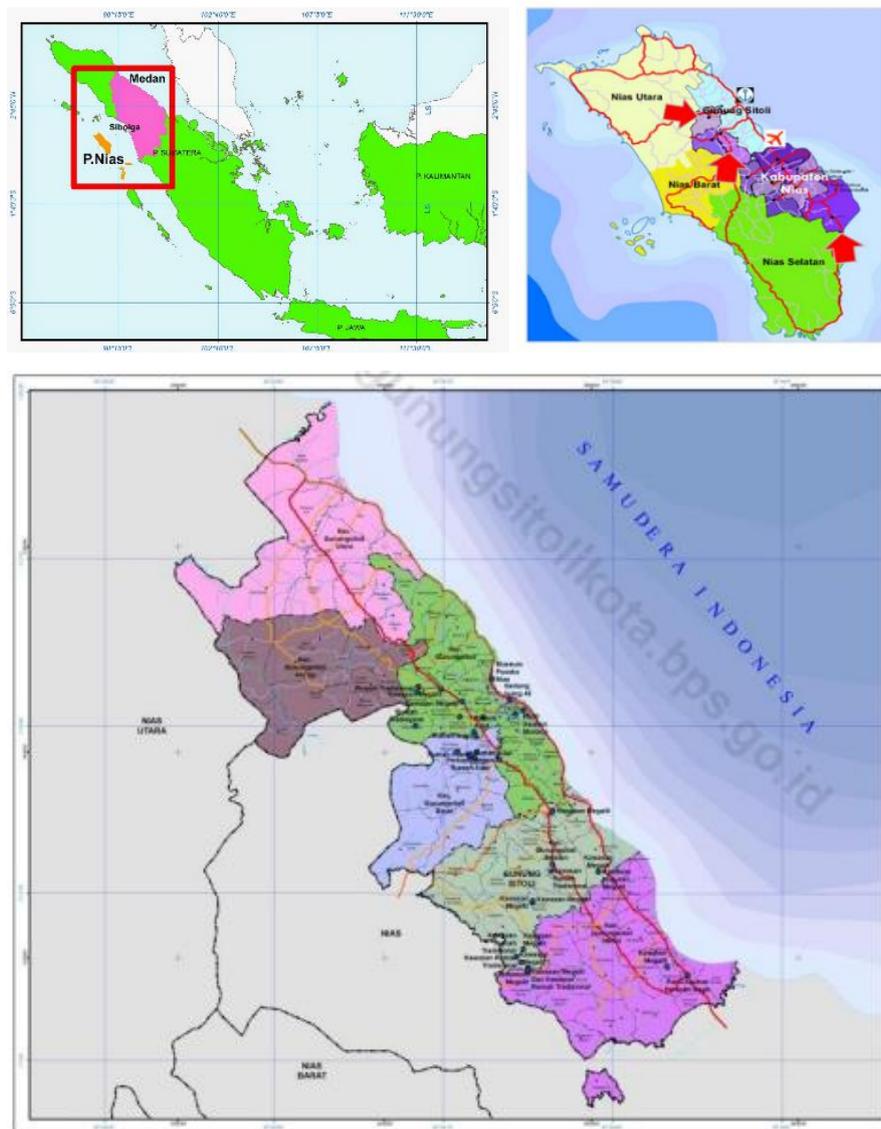
Sampah akan menggugung jika tidak dikelola dengan baik. Sampah dapat memicu banjir ketika musim hujan tiba. Sampah juga gampang terbakar ketika musim kemarau. Selanjutnya dapat mengakibatkan pencemaran air dan tanah akibat adanya rembesan lindi (Agus *et al.* 2019). Tumpukan sampah bisa menjadi tempat bertumbuh berbagai vektor penyakit (Yuniarti dan Anggraeni 2018). Salah satu penyakit karena sampah adalah penyakit kulit akibat beberapa jenis jamur patogen yang berasal dari sampah (Soemirat 2009). Demikian pula, sampah dapat mengakibatkan pencemaran udara berupa bau karena proses pembusukan/dekomposisi sampah organik (Sujaya *et al.* 2015).

Timbulan sampah yang paling banyak dihasilkan di Kota Gunungsitoli adalah sampah organik. Banyaknya limbah domestik terutama sampah organik, dielaborasi oleh Damanhuri dan Padmi (2010) bahwa masyarakat golongan ekonomi rendah menghasilkan jumlah sampah yang lebih sedikit dan relatif homogen dibandingkan dengan masyarakat golongan ekonomi tinggi. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, menyatakan bahwa sampah adalah sumber daya yang bernilai ekonomi dan dapat dipergunakan sebagai sumber energi dan pupuk organik melalui proses pengomposan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengolahan sampah organik dengan maksud untuk mengurangi sampah yang diangkut ke TPA.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Kota Gunungsitoli merupakan kota madya di Pulau Nias, Provinsi Sumatera Utara yang memiliki luas wilayah mencapai 469,36 km<sup>2</sup>, tinggi di atas permukaan laut berkisar 0-800 m. Kota Gunungsitoli berlokasi pada 1°17'LU dan 97°37' BT. Berdasarkan posisi geografis, Kota Gunungsitoli terletak pada garis khatulistiwa yang pada bagian utara berbatasan dengan Kabupaten Nias Utara, sebelah selatan dan barat berbatasan dengan Kabupaten Nias, serta sebelah timur berbatasan dengan Samudra Hindia (**Gambar 1**).

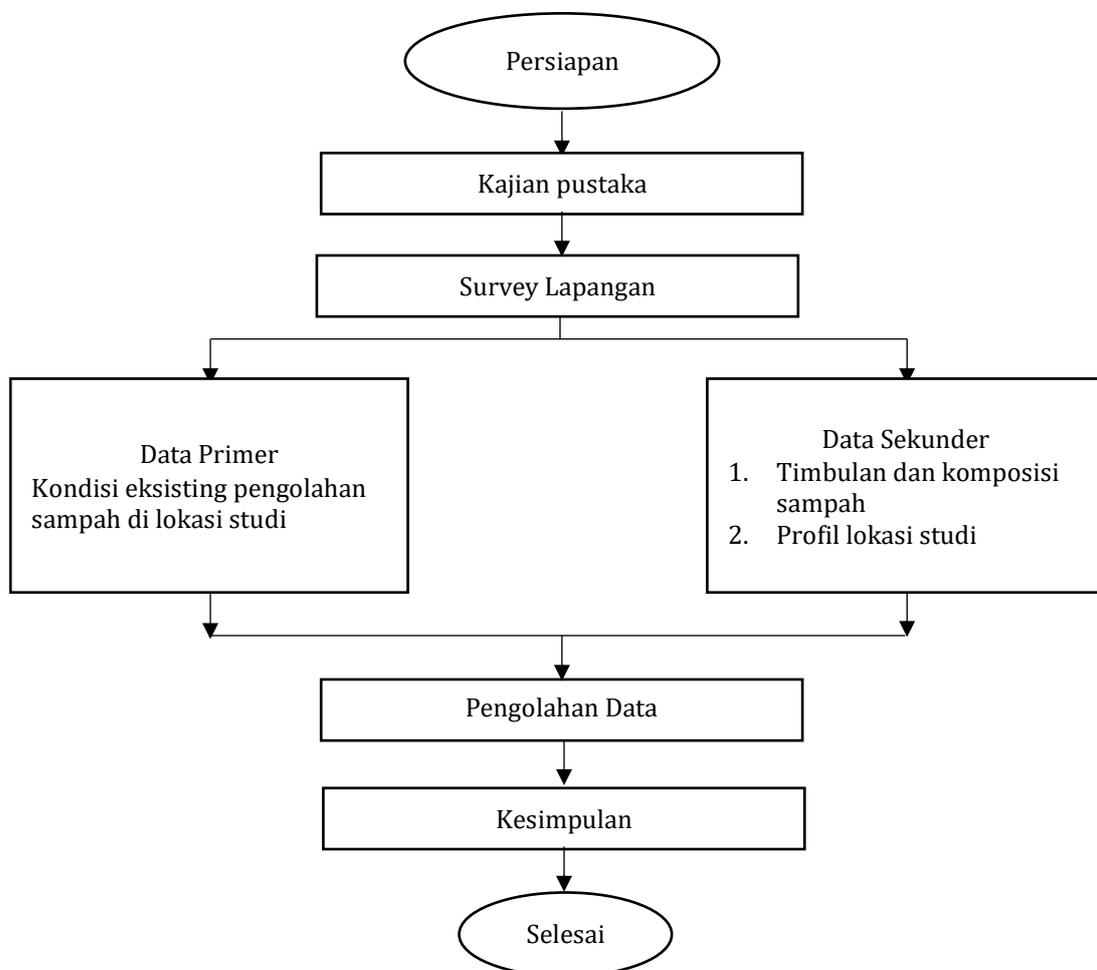


**Gambar 1.** Sketsa administrasi Kota Gunungsitoli, Pulau Nias, Sumatera Utara. (BPS Kota Gunungsitoli 2020)

## 2.2. Prosedur analisis data

Metodologi penelitian merupakan hal penting dalam penelitian ini, oleh karena itu metodologi ini dibagi menjadi beberapa tahap. Adapun tahapan penelitian meliputi tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data yang secara umum disajikan pada **Gambar 2**.

Persiapan penelitian merupakan dasar dalam melakukan penelitian. Persiapan penelitian dimulai dari kajian pustaka dan survei lapangan. Kajian pustaka merupakan landasan teori yang digunakan dalam evaluasi lokasi pemindahan sampah. Tahapan ini diperlukan untuk menunjang kegiatan evaluasi dan juga digunakan sebagai acuan dalam membandingkan kondisi *eksisting* dengan teori yang ada. Survei lapangan berupa observasi terhadap pengolahan sampah daerah. Survei lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan data primer yang menjadi data utama untuk diolah.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian.

Pengumpulan data dibagi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan melalui pengamatan langsung di lokasi studi antara lain kondisi *eksisting* pengolahan sampah. Sementara itu, data sekunder berupa data yang diperoleh dari instansi terkait yang terdiri dari timbulan sampah dan komposisi sampah dan profil lokasi studi. Metode analisis yang diterapkan adalah analisis deskriptif dengan cara menganalisis pengolahan sampah di lokasi studi dan memberikan saran pengolahan sampah lainnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampah Kota Gunungsitoli dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Gunungsitoli. Sampah di Kota Gunungsitoli bersumber dari pemukiman, perkantoran, pertokoan, restoran, dan fasilitas umum. Timbulan sampah di Kota Gunungsitoli diperlihatkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Timbulan sampah Kota Gunungsitoli tahun 2020.

Kecamatan	Jumlah penduduk	Timbulan sampah per orang (m <sup>3</sup> )	Timbulan sampah per hari (m <sup>3</sup> )	Timbulan per tahun (m <sup>3</sup> )
Gunungsitoli Idanoi	24.563	0,0027	66,32	24.207
Gunungsitoli Selatan	14.731	0,0027	39,77	14.517
Gunungsitoli Barat	8.445	0,0027	22,80	8.323
Gunungsitoli	61.562	0,0027	166,22	60.669
Gunungsitoli Utara	18.524	0,0027	50,01	18.255
Gunungsitoli Alo'oa	7.972	0,0027	21,52	7.856
TOTAL	135.797	0,0027	366,65	133.828

Jumlah timbulan sampah rata-rata per hari di Kota Gunungsitoli pada Tahun 2020 adalah 133.828 m<sup>3</sup>/tahun (**Tabel 1**), sedangkan persentase pelayanan persampahan masih 49,1%. Masih terdapat 50,9% masyarakat yang sampahnya tidak dikelola dengan baik. Sampah yang tak terkelola, seiring berjalannya waktu akan semakin banyak dan menimbulkan permasalahan lainnya (Wardhani dan Harto 2018). Timbulan sampah yang tak dikelola dibuang ke sungai, dibakar dan ditimbun di dalam tanah sehingga hal ini membuat permasalahan. Timbulan sampah di Kota Gunungsitoli berasal dari sejumlah sumber. Sampah paling banyak berasal dari pemukiman. Sebagian besar sampah dari pemukiman berupa sampah organik. Komposisi sampah di Kota Gunungsitoli ditunjukkan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Komposisi sampah Kota Gunungsitoli

<b>Komponen sampah</b>	<b>Persentase (%)</b>	<b>Timbulan sampah (m<sup>3</sup>/tahun)</b>
Sisa makanan	58	77.620,24
Kayu/ranting	5	6.619,4
Plastik	10	13.382,8
Kertas/karton	8	10.706,24
Logam	4	5.353,12
Kain	9	12.044,52
Karet/kulit	4	5.353,12
Kaca	2	2.676,56

Komposisi sampah tiap tahun mengalami perubahan yang disebabkan oleh musim, seringnya pengumpulan, tingkat sosial ekonomi masyarakat, pendapatan per kapita masyarakat, dan kemasan produk (Damanhuri 2010). Menurut Ramadhani (2011) pada umumnya negara berkembang memiliki komposisi sampah organik lebih banyak.

Berdasarkan data pada **Tabel 2**, timbulan sampah di Kecamatan Gunungsitoli sebagian besar merupakan sampah organik sebesar 71% berupa sisa makanan, kayu dan kertas, sedangkan sisanya adalah sampah anorganik dengan persentase 29% yang terdiri dari plastik, logam, kain, karet, dan kaca. Banyaknya sampah domestik terutama plastik dan organik, dilaporkan oleh Damanhuri dan Padmi (2010) bahwa masyarakat golongan ekonomi rendah menghasilkan sampah yang lebih sedikit dan seragam dibandingkan dengan masyarakat golongan menengah dan tinggi. Selain itu, masih banyak masyarakat memakai plastik sebagai pengemas.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 menyebutkan bahwa pengolahan sampah berupa kegiatan perubahan karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah. Tujuan dilakukannya pengolahan sampah adalah untuk mengubah sampah menjadi bahan yang bernilai ekonomis. Sampah yang sebelumnya tak memiliki nilai kemudian diolah sehingga bisa dimanfaatkan oleh masyarakat. Selain itu pengolahan sampah juga bertujuan untuk mereduksi timbulan sampah yang dikirim ke TPA sehingga mengurangi dampak terhadap lingkungan.

Pengolahan sampah di Kota Gunungsitoli dilakukan di TPA dengan cara pengomposan. Bahan untuk pengomposan yang digunakan adalah sampah-sampah organik (biasanya berupa ampas kelapa) yang masuk ke TPA yang diambil dan dipilah oleh petugas pengumpul. Sampah organik yang telah dikumpulkan diletakkan pada *lift* yang akan mendorong sampah masuk ke dalam mesin penghancur sampah. Mesin penghancur sampah dan *lift* dapat dilihat pada **Gambar 3**. Di dalam mesin penghancur sampah, sampah dipotong dan dihancurkan menjadi ukuran lebih kecil.



**Gambar 3.** Fasilitas proses penghancuran sampah organik untuk metode pengomposan.

Dari hasil wawancara dengan petugas di rumah kompos, sampah yang telah dihancurkan dimasukkan ke dalam bak sampah, lalu disemprotkan dengan campuran *Effective Microorganism 4* (EM4), gula merah dan urea yang telah dilarutkan dengan air secukupnya. EM4 merupakan biakan mikroba untuk membangun pertanian dengan memanfaatkan mikroorganisme pembusuk (Ekawandani 2019). EM4 dalam proses pengomposan akan berfungsi dengan baik apabila kondisi sesuai. Proses fermentasi berlangsung pada suasana anaerob, pH sekitar 3-4, konsentrasi garam dan gula tinggi, kandungan air berkisar 30-40%, keberadaan mikroorganisme pelaku fermentasi, dan temperatur yang mendukung (Ekawandani dan Kusuma 2019). Penambahan urea dapat meningkatkan kadar nitrogen dan menurunkan rasio C/N mendekati rasio C/N tanah yakni 10-12 (Kurniawan *et al.* 2014). Pemanfaatan urea sebagai sumber nitrogen dimaksudkan pula untuk mengendalikan jamur dan meningkatkan konsentrasi nitrogen guna memasok kebutuhan bagi mikroorganisme (Walidaini *et al.* 2016). Gula merah berfungsi sebagai makanan bagi perkembangbiakan mikroorganisme lokal (Lisanty dan Junaidi 2021).

Setelah penyemprotan larutan, bak kompos ditutup dengan kain atau terpal agar kompos tidak menjadi lembap. Jika kompos menjadi lembap bakteri pengurai sampah tidak dapat bekerja dan akan menimbulkan bau busuk. Setelah ditutup, kompos dibiarkan selama kurang lebih 28 hari hingga proses pengomposan telah selesai dengan sempurna. Menurut Ekawandani (2019), pada hari ke-20 kompos memperlihatkan ciri kematangan fisik, yaitu kompos berwarna coklat kehitaman, bau dan tekstur menyerupai tanah. Hasil kompos di TPA Kota Gunungsitoli dapat dilihat pada **Gambar 4**. Kompos yang telah diolah dengan sempurna dibagikan dan digunakan oleh kelompok pertanian yang membutuhkan kompos sebagai pupuk bagi tanaman.



**Gambar 4.** Fasilitas hasil proses pengomposan sampah organik.

Pengolahan sampah di Kota Gunungsitoli masih berfokus pada pengolahan sampah organik karena sampah organik merupakan jenis sampah terbanyak yang dihasilkan oleh masyarakat. Beberapa alternatif pengelolaan sampah organik yang dapat dilakukan selain pengomposan adalah biogas dan *maggot*. Biogas merupakan gas yang mudah terbakar, diperoleh dari kotoran ternak atau manusia, limbah industri atau perkotaan dan limbah pertanian melalui aktivitas fermentasi (Sunyoto *et al.* 2016). Akan tetapi, pengolahan sampah menjadi biogas belum banyak dilaksanakan masyarakat, demikian halnya masyarakat di Kota Gunungsitoli. Hal ini karena masih kurangnya pemahaman mengenai teknologi biogas ini.

Pengolahan sampah organik menggunakan ulat *maggot* juga dapat dilakukan sebagai alternatif pengolahan sampah organik (**Gambar 5**). *Maggot* dapat berkembang biak di wilayah iklim tropis dan sub-tropis. Serangga bukan hama ini berpotensi tinggi dikembangkan di Indonesia. Larva *maggot* mendekomposisi (mengurai) sampah organik. Budidaya serangga *maggot* perlu dikembangkan karena sebagai agen pengolah sampah organik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Fauzi dan Muharram 2019). *Maggot* dapat mendekomposisi sampah dan mengurangi volume sampah hingga 52-56%. *Maggot* mempunyai nafsu makan yang rakus dan berkemampuan sangat baik dalam mengurai materi organik. *Maggot* mampu mengekstrak energi dari sisa makanan, bangkai hewan, sisa sayuran, dan lain-lain. *Maggot* mampu hidup pada cuaca ekstrem dan dapat bekerja sama dengan mikroorganisme lain dalam mengurai sampah organik (Effendi 2018).



**Gambar 5.** Pengolahan sampah organik menggunakan metode budidaya *maggot*.

Untuk mereduksi jumlah sampah yang masuk ke TPA, pengolahan anorganik di Kecamatan Gunungsitoli juga harus dilakukan seperti dengan daur ulang sampah. Sampah anorganik yang paling banyak dihasilkan di Kecamatan Gunungsitoli adalah sampah plastik yang selanjutnya dapat berubah menjadi mikro plastik yang sulit terurai. Mikro plastik adalah sampah plastik berukuran <5 mm, dibedakan menjadi 2 jenis yakni mikro plastik primer dan sekunder.

Mikro plastik primer dimaknai sebagai mikro partikel yang memang diproduksi untuk kebutuhan kosmetik atau serat pakaian sintetis. Mikro plastik sekunder berupa hasil fragmentasi makro plastik menjadi berukuran lebih kecil, namun molekulnya tetap sama yakni polimer (Ekosafitri *et al.* 2015). Bahaya yang dimunculkan oleh keberadaan mikro plastik pada sedimen perairan adalah terganggunya komponen biotik dan abiotik pada ekosistem. Mikro plastik diprediksi lebih menyerap kontaminan dibandingkan dengan makro plastik (Wright *et al.* 2013).

Oleh karena itu perlu pengurangan penggunaan dan daur ulang plastik menjadi kreasi seni seperti tas, pot dan barang lain yang bernilai guna dan bernilai jual. Sampah anorganik seperti kain, kaleng, kaca juga dapat didaur ulang kembali menjadi produk atau barang baru yang bisa digunakan kembali sehingga dapat mengurangi volume sampah yang dikirim ke TPA.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Jumlah timbulan sampah rata-rata per hari di Kota Gunungsitoli pada Tahun 2020 adalah 133.828 m<sup>3</sup>/tahun, sedangkan persentase pelayanan persampahan masih 49,1%. Masih terdapat 50,9% masyarakat yang sampahnya tidak dikelola dengan baik. Komposisi sampah yang terbanyak dihasilkan di Kota Gunungsitoli adalah sampah organik, yaitu sampah sisa makanan yang bersumber dari pemukiman sebesar 58%. Pengolahan sampah di Kota Gunungsitoli masih berpusat pada sampah organik yaitu dengan cara pengomposan. Alternatif pengolahan sampah organik lainnya yang dapat dilakukan ada pengolahan sampah organik menggunakan *maggot*. *Maggot* dapat mereduksi volume sampah hingga 52-56%. *Maggot* dapat berkembang biak di daerah tropis dan sub-tropis, serta dapat bekerja sama dengan mikroorganisme lain dalam penguraian sampah organik. Selain itu pengolahan sampah organik juga perlu dilakukan dengan proses daur ulang agar timbulan sampah yang masuk ke TPA dapat dikurangi.

#### **5. DAFTAR PUSTAKA**

Agus RN, Oktaviyanthi R dan Sholahudin U. 2019. 3R: Suatu alternatif pengolahan sampah rumah tangga. *Jurnal Pengabdian Masyarakat* 1(2):72-77.

- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Gunungsitoli. 2020. Kota Gunungsitoli dalam angka 2020. BPS Kota Gunungsitoli. Gunungsitoli.
- Damanhuri E. 2010. Diktat pengelolaan sampah. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [DLH] Dinas Lingkungan Hidup Kota Gunungsitoli. 2020. Laporan kinerja (LKJ) tahun 2020. Pemerintah Kota Gunungsitoli. Gunungsitoli.
- Effendi KDDM. 2018. Berternak *maggot black soldier fly*. PT Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Ekawandani N. 2019. Efektifitas kompos daun menggunakan EM4 dan kotoran sapi. Jurnal TEDC 12(2):145-149.
- Ekawandani N dan Kusuma AA. 2019. Pengomposan sampah organik (kubis dan kulit pisang) dengan menggunakan EM4. Jurnal TEDC 12(1):38-43.
- Ekosafitri, K.H., Rustiadi, E. & Yulianda, F. 2015. Pengembangan wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Tengah berdasarkan infrastruktur daerah. Jurnal Perencanaan dan Pembangunan Wilayah Perdesaan 1(2):145-157.
- Fauzi M dan Muharram L. 2019. Karakteristik bioreduksi sampah organik oleh *maggot BSF (Black Soldier Fly)* pada berbagai level instar. Journal of Science, Technology and Entrepreneur 1(2):134-139.
- Kahfi A. 2017. Tinjauan terhadap pengelolaan sampah. Jurisprudentie: Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Syariah dan Hukum 4(1):12-25.
- Kurniawan HNA, Kumalaningsih S dan Mulyadi AF. (2014). Pengaruh penambahan konsentrasi microbacter ALFAAFA-11 (MA-11) dan penambahan urea terhadap kualitas pupuk kompos dari kombinasi kulit dan jerami nangka dengan kotoran kelinci [Skripsi]. Univeritas Brawijaya. Malang.
- Lisanty N dan Junaidi J. 2021. Produksi pupuk organik cair (POC) dengan memanfaatkan mikro organisme lokal (MOL) di Desa Jegreg Kabupaten Nganjuk. Jurnal Pertanian dan Pengabdian Masyarakat 1(1):1-10.
- Phelia A dan Sinia RO. 2021. Skenario pengembangan fasilitas sistem pengolahan sampah dengan pendekatan *cost benefit analysis* di Kelurahan Kedamaian Kota Bandar Lampung. Jurnal Serambi Engineering 6(1).
- Ramadhani T. 2011. Analisis timbulan dan komposisi sampah rumah tangga di Kelurahan Mekar Jaya (Depok) dihubungkan dengan tingkat pendapatan

- pendidikan pengetahuan sikap perilaku masyarakat. Universitas Indonesia. Depok
- Setiadi A. 2015. Studi pengelolaan sampah berbasis komunitas pada kawasan permukiman perkotaan di Yogyakarta. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan* 3(1):27-38.
- Soemirat J. 2009. Kesehatan lingkungan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sujaya IN, Darmadi IGW dan Suyasa ING. 2015. Perkiraan dampak penting instalasi pengolahan sampah terpadu di Desa Pekraman Mengwi. *Jurnal Skala Husada* 12(1):156-165.
- Sunyoto S, Saputro DD dan Suwahyo S. 2016. Pengolahan sampah organik menggunakan reaktor biogas di Kabupaten Kendal. *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran* 14(1):29-36.
- UU (Undang-Undang) Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah.
- Walidaini RA, Nugraha WD dan Samudro G. 2016. Pengaruh penambahan pupuk urea dalam pengomposan sampah organik secara aerobik menjadi kompos matang dan stabil diperkaya. *Jurnal Teknik Lingkungan* 5(2).
- Wardhani MK dan Harto AD. 2018. Studi komparasi pengurangan timbulan sampah berbasis masyarakat menggunakan prinsip bank sampah di Surabaya, Gresik Dan Sidoarjo. *Pamator Journal* 11(1):52-63.
- Wright SL, Rowe D, Thompson RC and Galloway TS. 2013. Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology* 23 (23): R1031-R1033.
- Yuniarti T dan Anggraeni T. 2018. Dampak tempat pembuangan akhir sampah putri cempo surakarta terhadap penyakit kulit pada masyarakat Mojosoongo. *Infokes: Jurnal Ilmiah Rekam Medis dan Informatika Kesehatan* 8(1).