

Kajian *Life Cycle Assessment (Lca)* Sampah Biomassa Di Bank Sampah Universitas Syiah Kuala (BSU)

*(Life Cycle Assessment (LCA) Study of Waste in The Waste Bank of The Syiah Kuala
University (BSU))*

Feby Adhayani^{1*}, Kiman Siregar², Ichwana²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah
Kuala

*Corresponding author: febyadhayanii@gmail.com

Abstrak. *Life Cycle Assessment (LCA)* adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk menghitung dan menganalisis potensi dampak pengelolaan sampah terhadap lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak yang dihasilkan oleh BSU selama proses pengelolaan sampah yang dilakukan agar tidak terjadi penumpukan yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan menggunakan metode LCA. Penerapan LCA pada ini akan memberikan informasi terkait dengan penggunaan energi, limbah dan emisi yang dihasilkan dari proses pengolahan sampah. Hasil penelitian menunjukkan klasifikasi dampak yang dihasilkan diantaranya adalah GWP (*Global Warming Potential*) sebesar 36524,4 kg CO₂-eq, AP (*Acidification Potential*) 1,21868 kg PO₄⁻³.eq dan EP (*Eutrophication Potential*) 0,82074 kg SO₂-eq.

Kata kunci : Sampah, Bank Sampah, *Life Cycle Assesment*, Dampak Lingkungan

Abstract. *Life Cycle Assessment (LCA)* is a method that can be used to calculate and analyze the potential impact of waste management on the environment. The purpose of this study was to determine the impact generated by BSU during the waste management process carried out so that there is no buildup that can cause environmental damage using the LCA method. The application of LCA in this will provide information related to energy use, waste and emissions generated from the waste processing process. The results showed that the impact classifications included GWP (*Global Warming Potential*) of 38155.1kg CO₂-eq, AP (*Acidification Potential*) of 12.713469 kg PO₄-3-eq and EP (*Eutrophication Potential*) of 2,425723 kg SO₂-eq.

Keywords: Waste, Waste bank, *Life Cycle Assessment*, Environmental Impact

PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang dialami di kota-kota besar saat ini adalah persampahan. Setiap tahunnya volume sampah akan terus bertambah. Kementerian Lingkungan Hidup mencatat, Indonesia menghasilkan sampah sebanyak 68,5 juta ton dengan jumlah penduduk sebanyak 272,68 juta jiwa pada tahun 2021, artinya sebanyak 187,68 ribu ton sampah dihasilkan setiap harinya. Situasi ini akan terus meningkat tergantung pada kondisi lingkungan. Oleh karena itu, di beberapa daerah telah dibentuk sistem pengelolaan sampah yang dikenal dengan bank sampah. Bank sampah dapat meningkatkan kesadaran masyarakat untuk memilah sampah (Wulandari et al., 2017; Pambudi et al., 2020) dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan menjual sampah yang sudah terklasifikasi (Suardi et al., 2018).

Universitas Syiah Kuala (USK) adalah salah satu kampus yang sudah menerapkan 3R dengan cara mendirikan Bank Sampah USK (BSU). Bank sampah yang ada di lingkungan USK ini bertujuan agar semua masyarakat di sekitar lingkungan kampus terutama mahasiswa lebih peduli terhadap lingkungannya, membina kesadaran dalam memilah, mendaur ulang, dan memanfaatkan sampah yang mempunyai nilai jual. Pada studi ini, BSU dijadikan sebagai tempat dalam proses penelitian. Penelitian ini akan memfokuskan pada dampak yang dihasilkan oleh BSU selama proses pengelolaan sampah, terutama pada proses pengomposan

yang dilakukan agar tidak terjadi penumpukan yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan.

Beberapa penelitian mengklaim bahwa keberadaan bank sampah dapat mengurangi sampah yang dibuang oleh TPA sekitar 0,13% (Budihardjo et al., 2019; Warmadewanthi dan Haqq, 2019). Hal ini berpotensi untuk mengurangi kadar air pada sampah dan lindi sampah melalui sedimentasi sampah TPA (Komilis dan Athiniotou, 2014). Lindi TPA sering berbau dan mengandung konsentrasi tinggi komponen pencemar yaitu COD, BOD, TOC, dan nitrat (Tchobanoglous dan Kreith, 2019).

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Energi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala dan Bank Sampah Universitas Syiah Kuala Kecamatan Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. Penelitian ini dilakukan dari bulan Februari sampai dengan selesai.

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan, Alat Pencacah Pupuk Organik (APPO) tipe 42 N 46, mesin pengayak kompos model PM ATT, mesin jahit elektrik, alat tulis, laptop, seperangkat *software Microsoft Excel*, dan *Microsoft Word*. Bahan yang digunakan sampah organik, air, dan solar.

Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan dengan 2 metode yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Data yang dibutuhkan selama penelitian adalah :

a. Data primer

Data primer yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari perusahaan atau instansi yang berkaitan untuk mengetahui waktu proses, data timbulan sampah, jumlah dan komposisi sampah serta karakteristik sampah, dan jenis bahan apa saja yang digunakan selama proses produksi yang nantinya digunakan sebagai *input* dan *output* data LCA dengan cara:

1. Observasi yaitu bertujuan untuk melihat kondisi lingkungan secara langsung. Observasi lapang diperlukan sebagai sumber data utama atau data primer dalam penelitian dan sumber data validasi dari berbagai literatur yang digunakan serta model yang telah dibuat.
2. Wawancara yaitu dengan cara berkomunikasi secara langsung dengan pihak-pihak terkait, yakni pengelola bank sampah serta para pekerja lainnya.
3. Dokumentasi yaitu suatu teknik pengambilan data yang dilakukan dengan proses pengambilan gambar/foto dan video pada saat penelitian untuk memperkuat isi laporan yang akan disusun.

b. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dengan cara Studi Kepustakaan dilakukan dengan membaca literatur berupa buku-buku bacaan dan artikel yang berkaitan dengan tema penelitian.

Penentuan Tujuan dan Ruang Lingkup

Tahap ini merupakan tahap awal dari metode LCA, tahapan ini juga dijadikan sebagai acuan dasar dalam menetapkan metode LCA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak lingkungan yang ditimbulkan dari timbulan sampah, terkhusus pada

timbulan sampah organik di bank sampah.

Analisis Inventori

Dalam tahapan ini, data inventori dikumpulkan sebagai tahap pengumpulan data dan perhitungan input dan output. Data yang diperlukan dapat diperoleh juga dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Data yang diperlukan di antaranya yaitu : teknis pengelolaan sampah, laju timbulan sampah, komponen dan komposisi sampah, rute kendaraan pengangkut sampah, jumlah dan luas daerah pelayanan, serta kebutuhan bahan bakar dan air yang dibutuhkan dalam proses pengomposan. Dalam tahap analisis inventory ini meliputi pembuatan diagram alir skenario dalam proses yang dilakukan, pengumpulan data semua aktivitas sistem dan perhitungan beban lingkungan yang dihasilkan oleh aktivitas tersebut. Data-data faktor emisi dan faktor ekuivalensi yang diperoleh dalam penelitian didapatkan dari berbagai sumber yang relevan dengan penelitian ini yang telah dirangkum dalam Ula dkk, 2021. Beberapa diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Jumlah bahan bakar pengangkutan sampah

Jarak tempuh pengangkut sampah (becak motor) dihitung sesuai dengan rute yang ditempuh menggunakan *Google Maps*. Kebutuhan bahan bakar dapat diketahui dengan cara menyesuaikan jarak tempuh kendaraan dengan konsumsi bahan bakar (bensin/km).

$$\text{Kebutuhan Bahan Bakar} = \text{jarak tempuh kendaraan (km)} \times \text{bensin (L/km)}$$

b. Volume bahan bakar dan air

Volume bahan bakar digunakan dengan cara dicacah. Volume bahan bakar yang dibutuhkan diperoleh dengan rumus :

$$\text{Volume Bahan Bakar} = \text{massa bahan baku (ton)} \times \text{konsumsi solar per ton bahan (L/ton)}$$

Sedangkan volume air yang ditambahkan dalam proses pengomposan yakni sebesar 5,49 m³/ton VS sementara VS (volatile solid) limbah makanan adalah sebesar 26,35%.

$$\text{Volume Air} = \text{massa bahan (ton)} \times 26,35\% \times 5,49 \text{ m}^3/\text{ton VS}$$

c. Perhitungan emisi transportasi pengangkutan sampah

Perhitungan energi volume bahan bakar transportasi pengangkutan ditentukan dengan cara mengalikan *heating value* sebesar 0,038 Gj/l dengan faktor emisi CO₂ yakni sebesar 74.100 kg/TJ, CH₄ sebesar 3,9 kg/TJ, N₂O sebesar 3,9 kg/TJ dan CO sebesar 150 mg/MJ, NO_x sebesar 570 mg/MJ serta SO₂ sebesar 2 mg/MJ.

d. Perhitungan emisi dari proses pengomposan

Data yang dibutuhkan untuk menghitung emisi CH₄ dan N₂O proses pengomposan adalah data jumlah limbah tahunan. Faktor emisi proses pengomposan yaitu CH₄ (4 g/kg limbah) dan N₂O (0,24 g/kg limbah). Asumsi kadar air bahan adalah 60%. Emisi CO₂ dikecualikan dalam perhitungan ini karena merupakan *gas biogenic* yang berasal dari dekomposisi material organik.

$$\text{Emisi CH}_4 = (M \times EF1) \times 10^{-3}$$

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = (M \times EF2) \times 10^{-3}$$

Keterangan :

M : Massa limbah yang dikompos (kg)

EF1 : Faktor emisi CH₄

EF2 : Faktor emisi N₂O

Sedangkan perhitungan emisi NH₃ dari pengomposan dihitung dengan cara mengalikan presentase N dalam bahan yaitu sebesar 2,25%, massa bahan (dalam kg), dan presentase emisi NH₃ sebesar 6,2%.

$$\text{Emisi NH}_3 = 2,25\% \times \text{massa bahan (kg)} \times 6,2\%$$

e. Perhitungan emisi dari proses pengepakan kompos

Proses pengepakan kompos menggunakan mesin jahit elektrik. Menghitung emisi dari proses pengepakan kompos ini dilakukan dengan cara mengalikan konsumsi listrik yang digunakan (mWh) dengan faktor emisi penggunaan listrik (CO₂/mWh). Faktor emisi

penggunaan listrik ini berbeda-beda setiap daerahnya, faktor emisi dalam perhitungan penelitian ini didapatkan dari sumber yaitu Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia dalam penyusunan Faktor Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK). Dalam lampiran tersebut diketahui bahwa faktor emisi GRK untuk sistem interkoneksi pulau Sumatera sebesar 0,782 ton CO₂/mWh.

Tahap Life Cycle Impact Assesment (LCIA)

Data beban lingkungan yang diperoleh pada tahap analisis inventory kemudian diklasifikasi menjadi beberapa kategori dampak lingkungan diantaranya pemanasan global, asidifikasi, dan eutrofikasi.

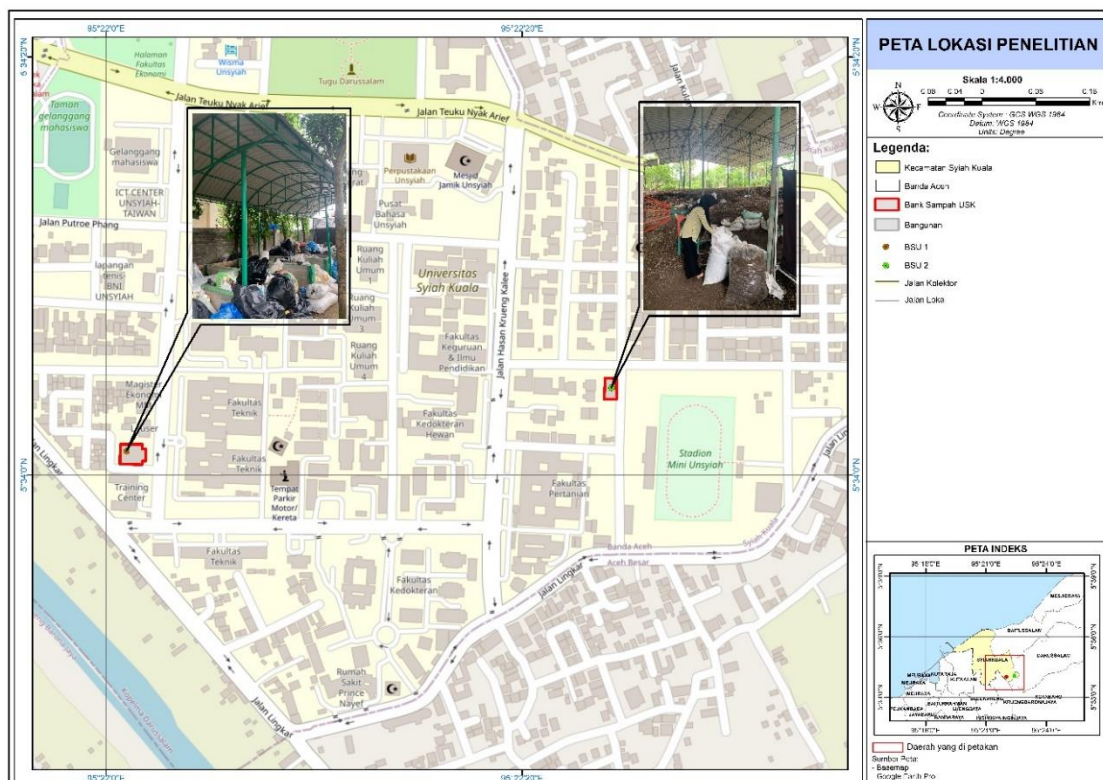
Interpretasi Hasil

Hasil yang didapatkan dari penilaian LCIA diinterpretasikan agar diperoleh kesimpulan dari penelitian ini dan diharapkan dapat memberikan gambaran dan masukkan dalam meningkatkan tata kelola sampah yang berkelanjutan di kawasan USK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Bank Sampah Universitas Syiah Kuala (BSU)

Bank Sampah Universitas Syiah Kuala atau disingkat dengan singkatan BSU ini adalah sebuah program peduli lingkungan yang didirikan sejak tahun 2019. Pendiri bank sampah Universitas Syiah Kuala merupakan salah seorang anggota dharma wanita Universitas Syiah Kuala bernama Rama Herawati.



Gambar 1. Peta lokasi BSU 1 dan BSU 2

BSU dibagi dalam 2 lokasi berbeda tetapi masih dalam lingkungan Universitas Syiah Kuala, yaitu BSU 1 dan BSU 2. BSU 1 dikhususkan untuk penampungan sampah-sampah organik yang tidak bisa didaur ulang untuk kemudian dapat dijadikan sebagai sarana pembuatan pupuk kompos. Sedangkan pada BSU 2 adalah tempat dimana para nasabah bank

sampah dapat menjual sampah-sampah non-organik yang masih bisa didaur ulang dengan cara mengantarkan ke BSU 1 kemudian ditimbang dan kemudian dapat diuangkan.

Analisis *Life Cycle Assesment* (LCA)

Tujuan dan ruang lingkup penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi sistem pengelolaan sampah di bank sampah USK dengan menggunakan metode LCA dengan cara mengidentifikasi input yang dan output yang dihasilkan dari setiap tahapan proses pengelolaan sampah, serta menganalisis potensi dampak lingkungan yaitu *Global Warming Potential* (GWP), asidifikasi dan eutrofikasi.

Ruang lingkup (*scope*) dari penelitian ini adalah *gate to gate* yaitu mulai dari sampah dihasilkan sampai akhir perlakuan sampah. Setelah menentukan tujuan dan ruang lingkup penelitian, perlu diketahui batas-batas system yang membatasi proses mana yang harus dimasukkan dalam analisis penelitian, didalamnya termasuk apakah system menghasilkan produk tambahan yang harus diperhitungkan dengan perluasan atau alokasi sistem, segala asumsi dan batasan, persyaratan kualitas data, yang menentukan jenis data yang akan dimasukkan dan batasan apa (rentang tanggal, kelengkapan, wilayah studi dan lain-lain) yang akan diterapkan.

Inventori data input dan output produksi sampah

Tahapan kedua dalam kajian LCA adalah analisis inventori. Dalam tahapan analisis inventori dijelaskan tentang input dan output yang dihasilkan selama daur hidup pengelolaan sampah. Input yang di analisis adalah rata-rata dari total sampah yang masuk dalam 1x pengolahan bahan (3 hari sekali), jenis-jenis sampah, jarak tempuh dan bahan bakar yang dipakai untuk proses pengumpulan, serta energi dari alat-alat yang digunakan pada proses pengomposan. Sedangkan output yang dihasilkan berupa produk (kompos) dan emisi. Data yang digunakan didapatkan dari data sekunder yang ada pada bank sampah USK.

Data inventori untuk pengelolaan sampah pada bank sampah dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3. Tabel 1 menyajikan input jumlah masing-masing material dari masing-masing unit proses yang ada pada pengelolaan sampah di BSU 1. Unit proses pemilahan sampah dilakukan pada sumber, yaitu dilakukan langsung oleh nasabah. Sampah anorganik langsung dibawa ke BSU 2 untuk kemudian dijual. Sedangkan sampah organik akan diangkut oleh pekerja BSU selama 3 hari sekali untuk kemudian dibawa ke BSU 1 dan dilakukan proses pengomposan. Kompos yang sudah layak jual akan dibagikan kembali secara gratis kepada nasabah yang telah memberikan sampah organik untuk diolah. Sedangkan untuk masyarakat luar wilayah kampus akan dijual.

Tabel 1. Input material sampah yang diolah per 1x pengolahan bahan

Unit proses	Material	Input jumlah
Pemilahan	Total sampah	3,5 ton
	Organik	1930 kg
	Anorganik	1589 kg
Pengumpulan	Solar transportasi	6 L
Pencacahan bahan	Solar mesin pencacah	2,5 L
	Sampah yang dikelola	1930 kg / hari
	Residu	100 kg
Pengomposan	Air	15,3 L
	Sampah daun / pekarangan	1037 kg / hari
	Sampah makanan	893 kg / hari
Pengepakan kompos	Listrik	0,2 kWh
	Kompos layak jual	1750 kg

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 2. Emisi transportasi yang dihasilkan pada proses pengumpulan

Unit proses	Konsumsi energi (TJ)	Faktor emisi (kg/TJ)	Total emisi (kg)
Pengumpulan	0,00002166	CO ₂	1,605006
		CH ₄	8,4474 x 10 ⁻⁵
		N ₂ O	8,4474 x 10 ⁻⁵
		CO	3,249 x 10 ⁻⁹
		NO _x	1,23462 x 10 ⁻⁸
		SO ₂	4,332 x 10 ⁻¹¹

Emisi transportasi didapatkan dengan cara mencari rata-rata kebutuhan bahan bakar awal untuk masing-masing rute dengan memakai persamaan 1. Dari konsumsi energi yang telah didapatkan dengan mengalikan kebutuhan bahan bakar dengan heating value, maka total emisi yang didapatkan dapat dihitung dengan cara mengalikan dengan masing-masing faktor emisi. Dapat dilihat bahwa senyawa yang sangat berperan pada proses pengumpulan ini adalah senyawa CO₂ yang didapatkan dari emisi bahan bakar solar yang dipakai pada motor becak untuk transportasi.

Tabel 3. Emisi yang dihasilkan pada proses pengomposan

Unit proses	Total emisi (kg)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NH ₃
Pencacahan bahan	27291,03	1,43637	1,43637	
Pengomposan	7.131,44 x 10 ⁻³	427,88 x 10 ⁻³		2,4871
Pengepakan kompos	488.750			

Pada kondisi eksisting Bank Sampah USK diketahui melakukan proses pengomposan menggunakan alat seperti alat pencacah dan pengayak. Namun dalam perhitungan energi dan emisi yang dihasilkan untuk pengayakan bahan dikecualikan karena proses pengayakan tidak menggunakan mesin (diputar manual dengan tenaga manusia).

Tahap penilaian dampak (*Life Cycle Impact Assesment*)

Tahap selanjutnya setelah menginventori data adalah menilai dampak untuk menentukan besarnya dampak dari data yang sudah diinventori. Hasil penilaian dampak dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil penilaian dampak lingkungan

Dampak Lingkungan	Satuan	Hasil
<i>Global Warming</i>	Kg CO ₂ eq	36524,43839
<i>Acidification</i>	Kg SO ₂ eq	1,218679012
<i>Eutrophication</i>	Kg PO ₄ ⁻³ eq	0,820743002

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil penelitian, nilai GWP yang dihasilkan memiliki jumlah yang sangat besar yang dominan berasal dari emisi transportasi, bahan bakar solar yang digunakan menyebabkan senyawa CO₂ berperan dalam tahapan ini dan menghasilkan dampak gas rumah kaca (GWP) yang besar pula, selain itu dampak GWP juga dihasilkan dari sumber emisi listrik (digunakan untuk mesin pompa air dan proses pengepakan kompos menggunakan mesin jahit). Perhitungan emisi SO₂ eq pada penelitian ini dihasilkan dari emisi transportasi dan pengomposan yang menghasilkan senyawa beban lingkungan asidifikasi diantaranya emisi CO, SO₂, NO_x dan NH₃. Dalam hasil perhitungan, dampak asidifikasi masih terbilang sedikit dan tidak terlalu signifikan yaitu sebesar 1,218679012 kg SO₂eq. Dampak asidifikasi hanya dihasilkan dari proses transportasi dan pengomposan. Dampak eutrofikasi yang didapatkan dihasilkan dari sumber emisi transportasi dan pengomposan yaitu dari senyawa NO_x dan NH₃, kemudian masing-masing beban lingkungan diekuivalensikan menggunakan faktor ekuivalensi (NO_x = 0,13 dan NH₃ = 0,33). Sama halnya dengan dampak asidifikasi, dampak eutrofikasi juga tidak menunjukkan dampak yang besar.

Tahap interpretasi (*Interpretation*)

Dari hasil penilaian dampak, dapat dilihat bahwa dampak GWP sistem adalah sebesar 36524,4 kg CO₂-eq, dampak AP adalah 1,21868 kg SO₂-eq dan dampak EP 0,8207 kg PO₄⁻³-eq. Emisi yang paling banyak berperan atas dampak GWP adalah besaran emisi CO₂. Sumber emisi pada dampak GWP berasal dari proses transportasi yang menyebabkan beban lingkungan senyawa CO₂, CH₄ dan N₂O, emisi dari listrik pada bank sampah yang digunakan untuk mesin pompa air (sanyo) dan proses pengepakan kompos menggunakan mesin jahit elektrik yang menghasilkan emisi CO₂, emisi dari mesin pencacah menghasilkan senyawa CO₂, NO₂ dan CH₄, serta proses pengomposan yang menghasilkan senyawa CO₂ dan CH₄. Pada dampak AP, sumber emisi dihasilkan dari proses transportasi dan pengomposan yang menghasilkan emisi dari gas CO, SO₂, NO_x dan NH₃. Sedangkan untuk nilai EP terbesar disebabkan oleh proses transportasi yang menghasilkan polutan udara yang sangat besar karena sampah yang dikumpulkan memiliki jumlah yang banyak. Gas yang dihasilkan yaitu NO_x dan NH₃ menjadi penyebab meningkatnya nilai EP.

Rekomendasi Upaya Perbaikan

Setelah menginterpretasikan hasil dampak, ada baiknya untuk menganalisis upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak yang dihasilkan dalam proses pengelolaan sampah tersebut. Berikut adalah beberapa upaya perbaikan yang dapat dilakukan, diantaranya :

1. Pengurangan timbulan sampah dapat dilakukan dengan cara membuat pipa-pipa pada dasar tempat pembuangan untuk mengalirkan air lindi serta pipa-pipa untuk menangkap gas metan. Pembuatan pipa-pipa untuk menangkap gas metan sudah pernah dilakukan di BSU 2, tetapi tidak dipergunakan lagi, sebaiknya proyek ini perlu adanya lanjutan dan difokuskan karena penangkapan gas metan ini dapat kemudian diolah menjadi energi.
2. Penyebab terjadinya dampak juga terjadi pada proses pengumpulan sampah, yang memakan banyak bahan bakar karena jarak yang jauh menyebabkan emisi yang dihasilkan akan semakin besar, oleh karena itu disarankan untuk memilih jalur transportasi yang lebih dekat.
3. Bahan bakar juga dapat diganti menjadi Pertamina Dex yang merupakan bahan bakar diesel yang memiliki nilai CN (*Cetane Number*) 53 dengan kandungan sulfur dibawah 300 ppm sesuai dengan SNI jika dibandingkan dengan solar yang memiliki nilai CN yang tinggi yaitu 51. *Cetane Number* ini perlu diketahui karena semakin tinggi nilai CN nya akan semakin baik emisi gas yang dibuang dari bahan bakar bermesin diesel.
4. Sebaiknya dilakukan pemilahan bahan lebih lanjut sebelum melakukan proses pengomposan, karena residu yang dihasilkan dari mesin pencacah bahan pada BSU 2 memiliki jumlah yang besar, dari hasil penelitian diketahui dari 3,5 ton sampah yang diolah masih menghasilkan 100 kg residu/hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun simpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti adalah hasil analisis dampak lingkungan berdasarkan analisis inventory menunjukkan bahwa klasifikasi dampak yang dihasilkan adalah GWP (*Global Warming Potential*), AP (*Acidification Potential*) dan EP (*Eutrophication Potential*). GWP merupakan potensi dampak yang paling besar yang ditimbulkan yaitu sebesar 36524,4 kg CO₂-eq, kemudian diikuti oleh AP sebesar 1,21868 kg PO₄⁻³-eq dan EP sebesar 0,82074 kg SO₂-eq. Dari hasil dampak pemanasan global yang sangat besar dibandingkan dampak lingkungan lainnya, maka diperlukan adanya pengembangan pengelolaan sampah dengan menerapkan pengolahan air

lindi dan pengolahan gas, sehingga proses yang menjadi penyebab utama meningkatnya potensi pemanasan global dapat diminimalisir. Pemilihan jalur transportasi yang lebih dekat, penggantian bahan bakar dan pemilihan sampah lebih lanjut guna mengurangi residu dapat dilakukan untuk mengurangi dampak yang dihasilkan dalam proses pengelolaan sampah di BSU. Peneliti menyarankan proyek pembuatan pipa-pipa penangkap gas metan dapat difokuskan kembali agar dapat dimanfaatkan menjadi energi. Untuk penerapan LCA di penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan batasan yang lebih luas sehingga dampak lingkungan yang dapat teridentifikasi secara menyeluruh, upaya interpretasi harus dilakukan penelitian yang lebih lanjut sebagai perhitungan dan pengukuran dampak yang mungkin akan dapat mempertimbangkan aspek-aspek lanjutan seperti aspek ekonomi untuk pertimbangan penerapan alternatif upaya perbaikan yang diusulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budihardjo MA, Wahyuningrum IFS, Muhammad FI & Pardede R. 2019. The Role Of Waste Banks In The Reduction Of Solid Waste Sent To Landfill In Semarang, Central Java, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 337 012028.
- Cain, M., Lynch, J., Allen, M. R., Fuglestedt, J. S., Frame, D. J., & Macey, A. H. 2019. Improved Calculation of Warming-Equivalent Emissions for Short- Lived Climate Pollutants. *Npj Climate and Atmospheric Science*, 2(1), 29.
- Castellani, V., Beylot, A., & Sala, S. (2019a). Environmental Impacts of Household Consumption In Europe: Comparing Process-Based LCA And Environmentally Extended Input-Output Analysis. *Journal of Cleaner Production*, 240, 117966.
- Dahwilani & Dani. 2017. Keunggulan Pertamina Dex dan Dexlite untuk Kendaraan Diesel.
- Khorramdel, S., Shabahang, J., Ahmadzadeh Ghavidel, R., & Mollafilabi, A. 2019. Evaluation Of Carbon Sequestration and Global Warming Potential Of Wheat In Khorasan-Razavi Province. *Agritech*, 38(3), 330.
- Komilis D & Athiniotou A. 2014. A water budget model for operating landfills: an application in Greece. *Waste Management & Research* 32(8):717-725. <https://doi.org/10.1177/0734242X14545505>.
- Nurunissa, S., & Aziz, R. 2020. Kajian Dampak Lingkungan Sistem Pengelolaan Sampah Di Kawasan Wisata Pantai Pariaman Menggunakan Metode LCA (Life Cycle Assessment). *Prosiding Sinta 3*.
- Pambudi YS, Purnama Y, Dwijendra NKA, Kholifah S & Caniago A. 2020. The effect of internal factors on the improvement of the role of the community and quality of waste bank management “Mekar Asri” in RT. 5 RW. XVI, Mojosongo Sub-District, Surakarta City, Indonesia. *Test Engineering and Management* 82:14695-14703.
- Suardi LR, Gunawan B, Arifin M & Iskandar J. 2018. A review of solid waste management in waste bank activity problems. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 3(4):1518-1526.
- Tchobanoglous G & Kreith F. 2019. *Handbook of solid waste management* 2nd Ed. McGraw-Hill Companies. New York.
- Ula, R. A., Prasetya, A., & Haryanto, I. 2021. *Life Cycle Assessment (LCA) Pengelolaan Sampah di TPA Gunung Panggung Kabupaten Tuban, Jawa Timur*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(2), 147-161. Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.
- Wulandari D, Utomo SH & Narmaditya BS. 2017. Waste bank: waste management model in improving local economy. *International Journal of Energy Economics and Policy* 7(3):36-41