

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumah Kompos

Rumah kompos merupakan suatu tempat yang berfungsi sebagai tempat pemanfaatan sampah organik yang dihasilkan agar dapat di daur ulang sehingga dapat mengurangi jumlah timbulan sampah organik yang akan masuk ke TPA. Rumah kompos ini menampung sampah organik yang berasal dari sampah pasar, sampah dari penyapuan jalan, dan sampah dari perampingan pohon di tepi jalan. Sampah ini akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan kompos yang selanjutnya hasil kompos tersebut digunakan sebagai pupuk untuk menyuburkan tanaman serta penghijauan taman kota yang ada di Surabaya (Fielrantika, 2017).

Pada tahun 2020, Terdapat 25 rumah kompos yang tersebar di berbagai wilayah di Kota Surabaya yang seluruhnya memproduksi kompos seriap hari. Salah satunya adalah Rumah Kompos Wonorejo yang terletak di Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Jawa Timur.

2.2 Pengolahan sampah

Pengolahan sampah di Rumah Kompos Wonorejo terdiri atas pengomposan, gasifikasi, dan *Black Soldier Fly* (BSF).

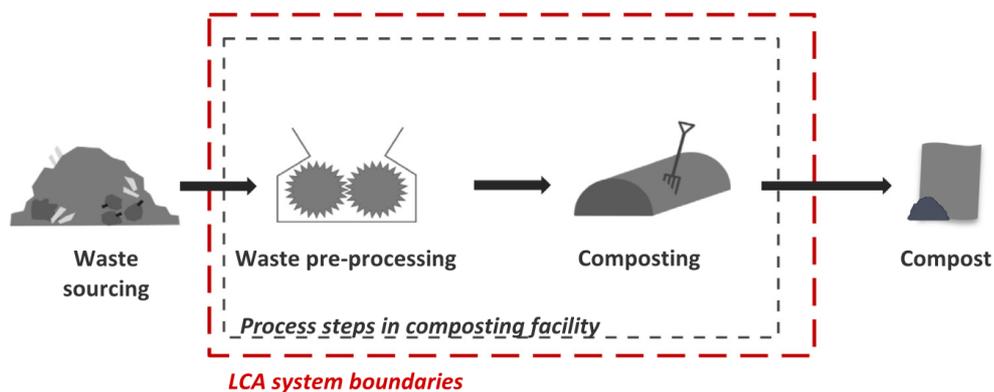
2.2.1 Pengomposan

Menurut Peraturan Menteri LHK No. 14 tahun 2021, Pengomposan merupakan suatu proses yang dilakukan terhadap sampah organik atau disebut juga sampah basah, yaitu sampah yang berasal dari makhluk hidup seperti sisa makanan, daun, kertas, dan rumput yang dapat terurai oleh proses alami secara biologis. Pada umumnya pengomposan dilakukan dengan cara menggunakan bantuan mikroorganisme untuk menghasilkan pupuk kompos. Pengolahan sampah dengan cara pengomposan dapat menghasilkan pupuk kompos padat maupun cair yang keduanya memiliki nilai ekonomi, baik untuk digunakan sendiri ataupun dijual kembali.

Selama proses pengomposan, mikroba menggunakan karbon yang berasal dari material organik sebagai sumber energi dan untuk sintesis sel mikroba yang baru. Karbon menyediakan baik dinding dan sumber energi untuk mikroba. Penggunaan kompos memiliki beberapa keuntungan seperti pengelolaan pupuk, meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi risiko lingkungan, menambah ruang udara di dalam tanah sehingga dapat meningkatkan sirkulasi air dan udara pada tanah, menambahkan nutrisi ke dalam tanah, mempertahankan kelembaban tanah, menstimulasi aktivitas biologis seperti mendorong pertumbuhan akar tanaman. Material organik tersebut memiliki banyak keuntungan pada kesuburan dan sifat fisik tanah. Sifat fisik tanah memainkan peran penting dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman sehingga produksi tanaman menjadi lebih efisien (Ali, 2014)

Pengomposan merupakan salah satu pilihan untuk mengolah material organik yang terdapat di dalam limbah padat perkotaan dan produk sampingan dari industri pertanian. Beberapa literatur menyebutkan bahwa produksi kompos berkontribusi pada pelepasan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida. Selain itu, konsumsi energi untuk penanganan limbah dan proses aerasi aktif dalam pengomposan skala besar dianggap sebagai salah satu kontributor utama terhadap dampak lingkungan (Ng, Chee Guan, et al., 2021). [L¹]
[SEP]

Teknik pengomposan dilakukan dengan menggunakan sistem *windrow composting* yang merupakan sistem pengomposan yang sering digunakan di beberapa rumah kompos di Indonesia. Sistem ini dilakukan di tempat terbuka namun beratap dengan memanfaatkan proses aerasi secara alamiah. Selama proses pengomposan dilakukan beberapa pengukuran pada tumpukan kompos yaitu pengukuran pH, temperatur, dan kadar air setiap harinya (Kurnia, et al., 2017).

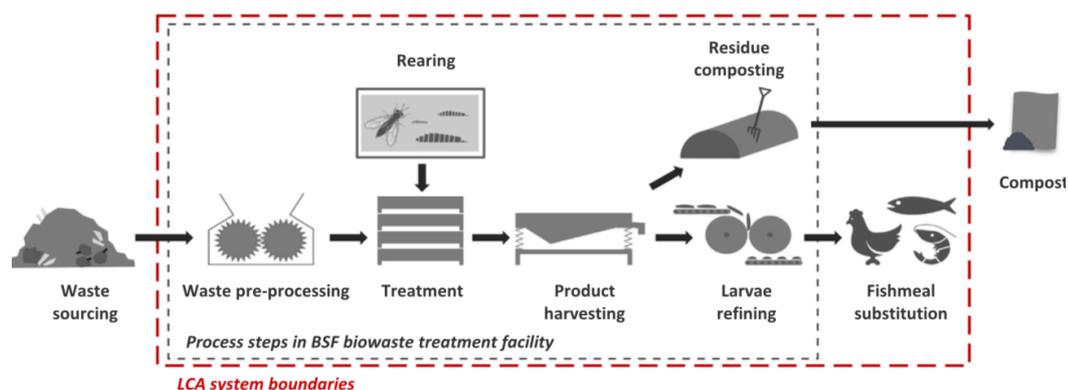


Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Pengomposan

Sumber : (Mertenat et al., 2019)

2.2.2 Black Soldier Fly (BSF)

Black Soldier Fly (BSF) merupakan spesies lalat yang memiliki kemampuan yang sangat baik untuk mengurai material organik (Holmes et al., 2012). Larva BSF cocok dimanfaatkan untuk budidaya karena kemampuannya yang dapat mendaur ulang limbah padat dan cair, mudah menyebar, aman, mudah berkembang biak dalam kondisi apapun, dan tidak mudah terkena parasit (Popa dan Green, 2012). BSF memiliki siklus hidup yang merupakan sebuah siklus metamorphosis sempurna dengan 4 fase yaitu telur, larva, pupa, dan BSF dewasa (Popa dan Green, 2012).



Gambar 2.2 Diagram Alir *Black Soldier Fly*

Sumber : (Mertenat et al., 2019)

2.2.3 Gasifikasi

Gasifikasi merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk pemanfaatan sampah organik yang bertujuan untuk mengubah suatu bahan bakar padat menjadi gas yang dapat terbakar seperti gas CO, CH₄, H₂ menggunakan suatu reaktor yang bernama *gasifier*. Gasifikasi biomassa merupakan proses perubahan biomassa menjadi bahan bakar gas yang terjadi karena adanya proses oksidasi parsial dari biomassa tersebut pada suhu tinggi yaitu sekitar 800–900°C (McKendry, 2002).

Nilai kalor gas yang dihasilkan selama proses gasifikasi ini adalah sekitar 1000-1200 kCal / Nm³, dan dapat dibakar tanpa emisi dengan efisiensi tinggi dan kontrol sederhana. Terdapat sekitar 2,5 m³ bahan bakar gas yang terkandung di setiap kilogram biomassa kering-udara dengan kadar air kurang lebih sebesar 10% (McKendry, 2002).

2.3 Potensi Dampak Lingkungan

2.3.1 Global Warming

Global warming atau yang biasa disebut dengan pemanasan global merupakan peningkatan suhu di atmosfer dan permukaan bumi. Hal ini disebabkan oleh pelepasan gas rumah kaca ke atmosfer seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O). Gas rumah kaca tersebut dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia salah satunya dari proses pengolahan sampah dengan pengomposan dan BSF. Gas tersebut dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme.

2.3.2 Abiotic Depletion

Abiotic depletion atau penipisan bahan bakar fosil merupakan berkurangnya ketersediaan bahan bakar fosil di masa depan yang disebabkan oleh ekstraksi bahan bakar fosil untuk penggunaan bahan bakar. Dampak ini berasal dari penggunaan bahan bakar fosil solar pada proses pengadukan menggunakan alat berat dan pengayakan.

2.3.3 Eutrophication

Eutrophication atau eutrofikasi merupakan suatu keadaan masuknya bahan anorganik ke dalam perairan berupa unsur nitrogen dan fosfat yang dibutuhkan oleh tumbuhan perairan maupun ganggang sehingga menyebabkan pertumbuhan yang berlebihan yang akan mengganggu ekosistem perairan.

Eutrofikasi yang disebabkan oleh aktivitas manusia dapat menyebabkan pencemaran air. Unsur hara seperti Nitrogen (N) dan Fosfor (P) dapat dihasilkan dari aktivitas penimbunan sampah, sehingga dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan pencemaran. (Banar dkk, 2009).

Dampak eutrofikasi pada penelitian ini berasal dari emisi N_2O , BOD, COD, PO_4 , ammonia, dan NO_x yang dihasilkan dari proses pengomposan, BSF, dan gasifikasi.

Dengan adanya proses pengomposan di rumah kompos, unsur hara dari air lindi yang dihasilkan kemungkinan besar akan dapat masuk ke dalam perairan yang berada di sekitar rumah kompos. Apabila unsur N terserap ke dalam tanah dan masuk ke perairan maka akan mengganggu kesehatan manusia yang mengonsumsi air yang berasal dari wilayah di sekitar rumah kompos.

2.3.4 Photochemical Oxidation

Photochemical oxidation atau oksidasi fotokimia merupakan pencemaran udara sekunder atau yang biasa dikenal dengan fenomena smog fotokimia. Peristiwa ini terjadi di atmosfer yang disebabkan oleh adanya reaksi antara cahaya matahari dengan senyawa NO_x dan senyawa organik yang mudah menguap (VOCs) sehingga menyebabkan kabut kecoklatan di kawasan perkotaan.

Dampak *photochemical oxidation* pada penelitian ini berasal dari emisi CH_4 , CO, dan SO_2 yang dihasilkan dari proses pengomposan, BSF, dan gasifikasi.

2.3.5 Human Toxicity

Human toxicity merupakan pengaruh racun bahan kimia pada manusia. Emisi dari beberapa substansi seperti logam berat dapat menyebabkan dampak

terhadap kesehatan manusia. Kategori dampak *human toxicity* pada penelitian ini berasal dari emisi NO_x yang dihasilkan dari proses gasifikasi.

2.3.6 Acidification

Acidification atau asidifikasi merupakan peningkatan keasaman pada sistem air dan tanah. Polutan utama dari asidifikasi adalah senyawa NO_x, SO_x, NH₃, dan HCl. Senyawa-senyawa tersebut dapat menumpuk dan merusak populasi tumbuhan dan hewan (Arena et al., 2003). Proses pengomposan juga merupakan penyumbang terbesar dari proses asidifikasi yang disebabkan oleh ammonia yang terkandung di dalam kompos (Finnveden et al., 2000). Dampak asidifikasi pada penelitian ini berasal dari emisi NO_x dan SO₂ yang dihasilkan dari proses gasifikasi.

2.4 Karakteristik Sampah di Rumah Kompos

2.4.1 Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang penting adalah densitas, kadar air, suhu.

a. Densitas

Densitas sampah adalah nilai berat sampah dalam satuan kilogram dibagi dengan volume sampah dalam satuan meter kubik. Densitas dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{\text{massa (kg)}}{\text{volume (m}^3\text{)}}$$

b. Kadar Air

Kadar Air adalah nilai persentase air yang terkandung di dalam sampah. Nilai kadar air ini digunakan untuk mengetahui jumlah air yang digunakan dalam membuat kompos. Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \left(\frac{a - b}{a} \right) 100$$

Dimana : a = berat awal sampah (berat basah)

 b = berat akhir sampah (berat kering)

c. Nilai Kalor

2.4.2 Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia yang diperlukan di dalam penelitian ini adalah kadar ammonia (NH_3) dan fosfat (PO_4).

a. Ammonia (NH_3)

Ammonia merupakan senyawa yang dihasilkan dari penguraian zat organik oleh bakteri pengurai. Ammonia juga merupakan senyawa yang dapat menyebabkan asidifikasi pada proses pengomposan. Persentase kadar ammonia meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Toksisitas ammonia juga akan meningkat apabila terjadi penurunan kadar oksigen terlarut.

b. Fosfat (PO_4)

Fosfat merupakan bentuk senyawa dari fosfor yang menjadi sumber nutrisi untuk tumbuhan, sehingga banyak dimanfaatkan untuk menjadi pupuk bagi tanaman. Fosfat tidak bersifat toksik, akan tetapi jika diikuti dengan kadar nitrogen yang berlebih akan menyebabkan eutrofikasi seperti terjadinya *algae bloom*, sehingga dapat menghambat masuknya oksigen dan cahaya matahari ke dalam perairan.

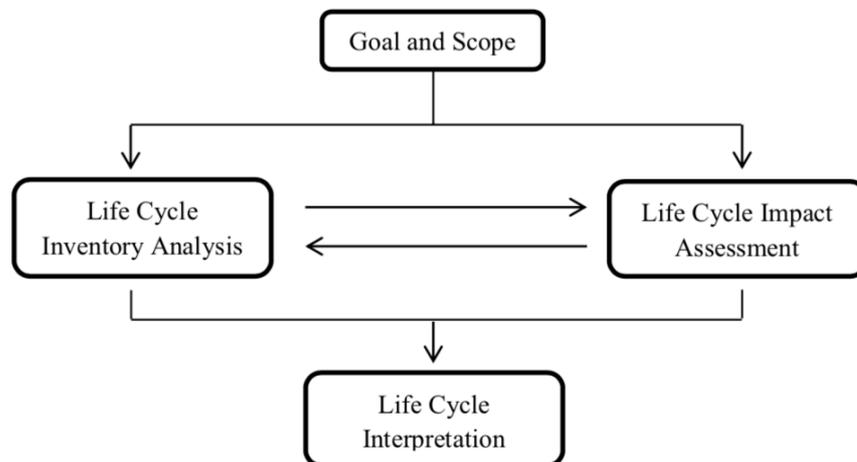
2.5 Life Cycle Assessment (LCA)

Berdasarkan SNI ISO 14040:2016 dan SNI ISO 14044:2017, *Life Cycle Assessment* (LCA) merupakan kompilasi dan evaluasi masukan, keluaran dan potensi dampak lingkungan dari sistem produk di seluruh daur hidupnya.

Life Cycle Assessment (LCA) adalah kerangka kerja metodologis yang digunakan untuk memperkirakan dan menilai dampak lingkungan yang disebabkan oleh siklus hidup suatu produk, seperti perubahan iklim, penipisan lapisan ozon, eutrofikasi, asidifikasi, toksikologi pada kesehatan manusia dan ekosistem, menipisnya sumber daya, penggunaan air, penggunaan lahan, kebisingan, dan lain-lain (Rebitzer, 2004).

Metode LCA memiliki 7 prinsip dasar yaitu perspektif daur hidup, fokus lingkungan, pendekatan fungsional, iteratif, transparansi, ilmiah, dan bersifat komprehensif. Metode LCA dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Selain itu

LCA juga dapat menjadi pedoman untuk menunjang penilaian PROPER sesuai dengan tujuan yang ditetapkan oleh organisasi (KemenLHK, 2021).



Gambar 2.3 Diagram Alir Penelitian LCA

Sumber : (Putri, 2018)

2.5.1 Tahapan *Life Cycle Assessment* (LCA)

Metode LCA dilakukan melalui empat tahapan, yaitu sebagai berikut:

1. Penentuan Tujuan dan Ruang Lingkup (*Goal and Scope*)

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan tujuan serta ruang lingkup atau batasan

- Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis potensi dampak lingkungan yang disebabkan dari proses pengomposan di rumah kompos Wonorejo seperti emisi gas rumah kaca (GRK), asidifikasi, dan eutrofikasi.

- Ruang Lingkup

Pembatasan ruang lingkup digolongkan menjadi 4, yaitu:

- *Cradle to grave*: dimulai dari raw material atau bahan mentah sampai pemakaian produk.
- *Cradle to gate*: dimulai dari bahan mentah sampai gate sebelum pemakaian produk.

- *Gate to gate*: ditinjau dari kegiatan atau aktivitas terdekat.
- *Cradle to cradle*: dimulai dari bahan mentah sampai daur ulang material.

2. Life Cycle Inventory (LCI)

Pada tahapan ini dilakukan kompilasi *input* dan *output* dari produk sepanjang daur hidupnya. Input data berupa sumber material, volume dan berat material organik, air, jumlah energi yang yang diperlukan, serta penggunaan bahan bakar untuk proses pengomposan. Untuk output terdiri dari produk yang dihasilkan, emisi udara, dan emisi air. Tujuan dari *Life Cycle Inventory* sendiri adalah untuk menunjukkan dampak lingkungan per bagian dari *life cycle*.

3. Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

Pada tahapan ini dilakukan penilaian dampak daur hidup, semua input dan output pada tahapan *Life Cycle Inventory* (LCI) dihubungkan dengan potensi dampak lingkungan untuk mengevaluasi besaran dan signifikansi potensi dampak lingkungan sepanjang daur hidup produk. Penentuan dampak lingkungan dilakukan dengan melakukan klasifikasi berdasarkan masing-masing kategori dampak, kemudian di persentasekan. Setiap kategori dampak lingkungan mempunyai indikator tersendiri, contohnya adalah indikator untuk kategori potensi dampak *global warming* adalah CO₂ ekuivalen. Hasil perhitungan dari *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA) ini adalah nilai karakterisasi (KemenLHK, 2021).

4. Interpretasi Data

Pada tahapan ini dilakukan pembahasan mengenai analisa hasil, penyebab dampak, identifikasi isu penting, pengambilan kesimpulan, rekomendasi, serta evaluasi yang dilakukan secara transparan. Hasil dari interpretasi data menunjukkan perbandingan dampak lingkungan yang dihasilkan pada skenario awal terhadap dampak lingkungan setelah diberikan rekomendasi skenario.

2.5.2 Software OpenLCA

Menurut Gmbh (2016), *OpenLCA* merupakan satu *software* atau perangkat lunak dengan sumber *database* terbuka yang digunakan untuk membantu menganalisis tahapan dari penelitian *Life Cycle Assessment* (LCA) dan *Sustainability Assessment* yang dikembangkan oleh *GreenDelta 2* sejak tahun 2006.

Terdapat beberapa perangkat lunak selain *openLCA* yang dapat digunakan untuk membantu penelitian LCA seperti *SimaPro*, dan *GaBi*. Berikut adalah perbedaannya:

Tabel 2.1 Perbandingan Perangkat Lunak LCA

Kriteria	GaBi	openLCA	SimaPro
Asal perangkat lunak	Jerman, ThinkStep.	Jerman, GreenDelta.	Belanda, PRé Consultants.
Format data	ILCD, EPD, ecoSpold v1, GRP, gbx.	ILCD, ecoSpold v1, v2, csv, Excel, JSONLD.	ecoSpold, csv.
Persepsi pengguna	Menggunakan pemodelan proses dan diagram untuk setiap unit proses.	Menggunakan pemodelan proses dan diagram untuk setiap unit proses.	Menggunakan matriks untuk pemodelan unit proses.
Presentasi hasil LCA	Menggunakan diagram Sankey dan diagram batang untuk menunjukkan hasil LCA. Tabel dan <i>flow balances</i> otomatis digunakan untuk analisis <i>inventory</i> .	Menggunakan diagram Sankey dan diagram batang untuk menampilkan hasil LCA, dan tabel untuk analisis <i>inventory</i> .	Menggunakan diagram Sankey dan diagram batang untuk menampilkan hasil LCA, dan tabel untuk analisis <i>inventory</i> .
Aspek positif pemodelan	<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentasi kumpulan data yang baik. - Biaya dan aspek sosial dapat dimodelkan juga. - Dimungkinkan untuk mengimpor /mengeksport kumpulan data dengan mudah. - Database profesional 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya dan aspek sosial dapat dimodelkan juga. - Gratis untuk pengguna. <ul style="list-style-type: none"> - Sumber terbuka. - Dimungkinkan untuk mengimpor /mengeksport kumpulan data dengan mudah. - Memungkinkan untuk 	<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentasi kumpulan data yang baik. - Aspek sosial dapat dimodelkan juga. - Terintegrasi dengan databaseecoinvent. - Sebagian besar kumpulan data

	dengan ratusan data serta puluhan <i>database</i> . - Memungkinkan untuk menghasilkan EPD.	berbagi kumpulan data secara online. - Memungkinkan untuk menghasilkan EPD.	adalah proses unit.
Aspek negatif pemodelan	- Biaya investasi yang tinggi. - Sebagian besar kumpulan data dikumpulkan.	- Kurangnya kumpulan data yang tersedia secara bebas. - Banyak kumpulan data tidak terdokumentasi dengan baik. - Normalisasi dan faktor pembobotan tidak tersedia untuk metode ILCD/PEF	- Biaya investasi yang tinggi. - Jumlah format kumpulan data terbatas.
Sistem Operasi	Windows	Windows, Linux, Mac	Windows

Sumber : (Silva, 2017)

Terdapat beberapa proses dan fitur pada software OpenLCA adalah sebagai berikut (Gmbh, 2016):

a. *Flows*

Flows merupakan input dan output dari seluruh produk, material, serta energi pada proses produksi sebuah produk. *Flows* pada OpenLCA dibagi menjadi:

- *Elementary flows*, yaitu material atau energi dari lingkungan yang masuk dan keluar dari atau ke proses produksi.
- *Product flows*, yaitu material atau energi yang bertukar pada saat proses produk.
- *Waste flows*, yaitu material atau energi yang keluar dari proses produk.

b. *Database*

Database merupakan data yang berkaitan dengan seluruh proses seperti energi, bahan bakar, emisi dari suatu komponen, proses, dan produk. Pada *software OpenLCA*, database dapat diperoleh baik secara berbayar maupun tidak berbayar pada *website Nexus*.

2.5.3 Metode CML

Metode yang dibuat oleh Universitas Leiden di Belanda pada tahun 2001 ini berisi lebih dari 1700 *flows* berbeda yang dapat diunduh dari situs web mereka. Metode ini dibagi menjadi *baseline* dan *non-baseline*. *Baseline* menjadi kategori dampak yang paling umum digunakan dalam LCA seperti *acidification*, *climate change*, *depletion of abiotic resources*, *ecotoxicity*, *eutrophication*, *human toxicity*, *ozone layer depletion*, dan *photochemical oxidation* (Greendelta, 2016).

2.6 Peraturan Baku Mutu Emisi

A. Baku Mutu Emisi Kegiatan Pengolahan Biologi

Perhitungan emisi CH₄ dan N₂O yang dihasilkan dari proses pengolahan sampah secara biologi berdasarkan pada Pedoman Penyelenggara Inventarisasi GRK Nasional Buku II Volume 4, Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi GRK pada kegiatan Pengelolaan Limbah.

Tabel 2.2 Faktor Emisi (EF) *default* IPCC 2006 GL (Tier 1)

Tipe Teknologi Pengolahan Biologi	Faktor emisi CH ₄ (g CH ₄ /kg limbah)		Faktor Emisi N ₂ O (g N ₂ O/kg limbah)		Keterangan
	Basis berat kering	Basis berat basah	Basis berat kering	Basis berat basah	
Pengomposan	10 (0.08 - 20)	4 (0.03 - 8)	0.6 (0.2 - 1.6)	0.3 (0.06 - 0.6)	Asumsi limbah yang diolah memiliki bahan kering dengan kandungan DOC 25-50%, N 2%, dan kelembaban 60%. Faktor emisi bahan kering limbah diperkirakan dari berat basah limbah dengan kelembaban 60%.
Pembusukan Anaerobik pada fasilitas biogas	2 (0 - 20)	1 (0 - 8)	diasumsikan diabaikan	diasumsikan diabaikan	

Sumber: Arnold, M (2005) Personal communication; Beck-Friis (2002); Detzel et al. (2003); Pettersen et al. 1998; Hellerbrand 1998; Hogg. D. (2002); Vesterinen (1996)

Rumus dan perhitungan emisi CH₄ dan N₂O dari proses pengomposan dapat dilihat pada Lampiran B Hal. 73.

Sedangkan untuk peraturan baku mutu lindi dari kegiatan pengomposan menggunakan Permen LHK No. P.59 tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.

Tabel 2.3 Peraturan Baku Mutu Lindi

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6 - 9	-
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L
N Total	60	mg/L
Merkuri	0,005	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L

(Sumber: Kementrian lingkungan hidup dan kehutanan, 2016)

B. Baku Mutu Emisi Kegiatan Gasifikasi

Peraturan baku mutu untuk kegiatan gasifikasi menggunakan Permen LHK No. P.70 tahun 2016 tentang Baku Mutu Emisi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Sampah Secara Termal.

Tabel 2.4 Peraturan Baku Mutu Kegiatan Pengolahan Sampah Secara Termal.

No.	Parameter	Satuan	Batas Maksimum Usulan
1.	Total Partikulat	mg/Nm ³	120
2.	Sulfur Dioksida (SO ₂)	mg/Nm ³	210
3.	Oksida Nitrogen (NO _x)	mg/Nm ³	470
4.	Hidrogen Klorida (HCl)	mg/Nm ³	10
5.	Merkuri (Hg)	mg/Nm ³	3
6.	Karbon Monoksida (CO)	mg/Nm ³	625
7.	Hidrogen Fluorida (HF)	mg/Nm ³	2
8.	Dioksin & Furan	ng/Nm ³	0,1

(Sumber: Kementrian lingkungan hidup dan kehutanan, 2016)

2.7 Penelitian Sebelumnya

Berikut merupakan studi penelitian terdahulu tentang reduksi sampah organik serta potensi dampak lingkungan di rumah kompos.

Tabel 2.5 Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Addinsyah, A., & Herumurti, W. (2017)	Studi Timbulan Dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Di Surabaya Timur.	Tingkat reduksi sebesar 50,74% untuk skenario pertama dan 34,68% untuk skenario kedua. Emisi GRK untuk skenario pertama, kedua, dan ketiga adalah sebesar 5,8 Gg CO ₂ , 5,13 Gg CO ₂ , dan 0,49 Gg CO ₂ per bulan.
2.	Oktiviarni, Thia Z. (2012).	Potensi Asidifikasi Dari Proses Pengolahan Sampah Di Rumah Kompos Kota Surabaya Barat Dan Pusat.	Potensi dampak asidifikasi tertinggi dihasilkan dari pengolahan sampah di Rumah Kompos Putat Jaya yaitu sebesar 25,19% dan potensi terendah di Benowo yaitu sebesar 7,28%.
3.	Mertenat, A., Diener, S., & Zurbrügg, C. (2019).	<i>Black Soldier Fly biowaste treatment—Assessment of global warming potential.</i>	Kontributor utama GWP dari fasilitas BSF adalah berasal dari (1) Residu pasca pengomposan (69%) dan (2) Kebutuhan dan sumber listrik (hingga 55%). Substitusi produksi tepung ikan dengan dengan tepung larva BSF dapat menurunkan GWP secara signifikan (hingga 30%). Pengolahan sampah organik

			dengan BSF merupakan alternatif yang menghasilkan emisi GRK yang sangat rendah dan potensi pengurangan GWP yang tinggi.
--	--	--	---