

POTENSI GAS RUMAH KACA CO₂ PADA PENGOLAHAN MUNICIPAL SOLID WASTE DENGAN METODE BIODRYING

Nurandani Hardyanti^{1*}, Mochtar Hadiwidodo¹, Lutfi Saraswati¹

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

nurandani@gmail.com

Abstrak

Jumlah sampah di Indonesia semakin meningkat, seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Namun, pengolahan sampah di Indonesia masih berupa penimbunan sampah di TPA yang menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Oleh karena itu diperlukan suatu pengolahan sampah alternatif yang dapat meminimalisir pencemaran salah satunya adalah pencemaran udara. Biodrying merupakan salah satu metode yang menawarkan solusi berkelanjutan untuk pengolahan sampah perkotaan. Namun, proses biodrying masih menghasilkan gas rumah kaca. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan debit udara dan variasi debit udara terhadap parameter emisi gas rumah kaca, terutama CO₂ pada pengolahan Municipal Solid Waste (MSW) dengan metode biodrying dan mengetahui berapa besar debit udara yang optimum untuk menghasilkan emisi gas CO₂ yang paling minimum pada pengolahan Municipal Solid Waste (MSW) dengan metode biodrying. Variasi debit udara pada penelitian ini adalah 0 l/m, 2 l/m, 3 l/m, 4 l/m, 5 l/m dan 6 l/m. Pengambilan sampel emisi dilakukan pada hari ke-1, ke-2, ke-15 dan ke-30. Hasil dari penelitian ini adalah proses biodrying menghasilkan emisi dengan rata-rata CO₂ sebesar 6214,66 ppm. Penambahan debit udara pada proses biodrying mampu menurunkan emisi CO₂ sebesar 74,5%. Debit optimum yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebesar 6 liter/menit.

Kata Kunci: Biodrying; CO₂; emisi; gas rumah kaca

Abstract

The amount of waste in Indonesia is increasing, along with the increase of population. However, waste processing in Indonesia is still using landfill method which has a neative impact to the environment. Therefore it is needed an alternative waste treatment that can minimize pollution, one of which is air pollution. Biodrying is one method that offers sustainable solutions for urban waste processing. However, the biodrying process still produces greenhouse gases. The purpose of this research is to know how the effect of air debit and airflow variation on greenhouse gas emission parameters CO₂ in Municipal Solid Waste (MSW) processing by biodrying method and to know how optimum airflow to produce gases CO₂ are minimized at Municipal Solid Waste (MSW) processing by biodrying method. Airflow variation in this study was 0 l/m, 2 l/m, 3 l/m, 4 l/m, 5 l/m and 6 l/m. The emission sampling is taken on the 1st, 2nd, 15th and 30th day. Result of this research is biodrying process yield emission with average CO₂ equal to 6214,66 ppm. The addition of air debit in the biodrying process can reduce CO₂ emissions by 74.5%. The optimum discharge obtained from this research is 6 liter /minute.

Keywords: Biodrying; CO₂,emissions; greenhouse gases

Pendahuluan

Persoalan sampah di Indonesia, terutama di daerah perkotaan tak kunjung usai. Hal ini disebabkan karena tingginya kepadatan penduduk akan membuat sampah yang dihasilkan semakin besar. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2017 menyebutkan bahwa total sampah yang ada di Indonesia

mencapai 187,2 juta ton per tahun (Effendi, 2017). Salah satu contoh sampah perkotaan yang diambil pada penelitian ini adalah sampah yang berasal dari Kampus Universitas Diponegoro Tembalang, dimana pengelolaan sampah disana masih secara konvensional (Sudomo, Oktawan, & Istirokhatun, 2012). Menurut Anggraini (2015) jumlah volume sampah Kampus Universitas Diponegoro Tembalang sebesar

8.052,169 l/hari dengan komposisi sampah plastik : sisa makanan adalah 64:15:19:2. Untuk itu diperlukan suatu sistem pengolahan sampah alternatif untuk mengurangi besar timbunan dan dampak negatif sampah bagi lingkungan. Namun, kegiatan pengelolaan sampah berpotensi melepaskan gas rumah kaca ke atmosfer dan menyebabkan pemanasan global (Zhang, et al., 2008).

Biodrying merupakan salah satu metode yang menawarkan solusi berkelanjutan untuk pengolahan sampah perkotaan atau *Municipal Solid Waste (MSW)* (Rada et al., 2007; Zawadzka et al., 2010).

Metode *biodrying* adalah pengeringan sampah secara biologis yang dibantu dengan aerasi. Namun, proses *biodrying* menghasilkan VOCs (*Volatile Organic Compounds*) dan gas-gas lain yang menjadi masalah dalam pengaplikasiannya karena berpotensi menyebabkan efek rumah kaca (Pinjing He, 2010). Oleh karena itu, perlu diadakan penelitian mengenai bagaimana pengaruh penambahan debit udara serta variasi debit udara terhadap parameter emisi gas rumah kaca CO₂ pada pengolahan sampah makanan, daun, kertas dan plastik dengan metode *biodrying* sehingga dapat diketahui berapa debit udara yang paling optimal agar menghasilkan emisi yang paling minimum untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan sehingga dapat diterapkan sebagai teknologi pengolahan sampah alternatif.

Metode Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode eksperimental, dimana peneliti membuat dan mengatur suatu kondisi tertentu. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan tersebut dengan cara memberikan beberapa perlakuan pada beberapa kelompok eksperimental (Nasir, 1999). Penelitian ini dilakukan selama 30 hari di Greenhouse Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

daun : kertas :

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan terdiri dari mempersiapkan alat dan bahan penelitian seperti mempersiapkan reaktor, aerator dan perlengkapan sampling emisi serta bahan-bahan penelitian seperti sampah kertas, daun, plastik, sisa makanan dan air. Setelah alat dan bahan terkumpul kemudian masing-masing sampah dipersiapkan dengan komposisi daun:kertas:plastik:sisa makanan adalah 64%:15%:19%:2%. Lalu sampah tersebut ditimbang dan dikondisikan mencapai kadar air kurang lebih 60% dengan menambahkan air dan diaduk hingga air merata. Setelah itu sampah dimasukkan ke dalam masing-masing reaktor.

2. Tahap Pelaksanaan

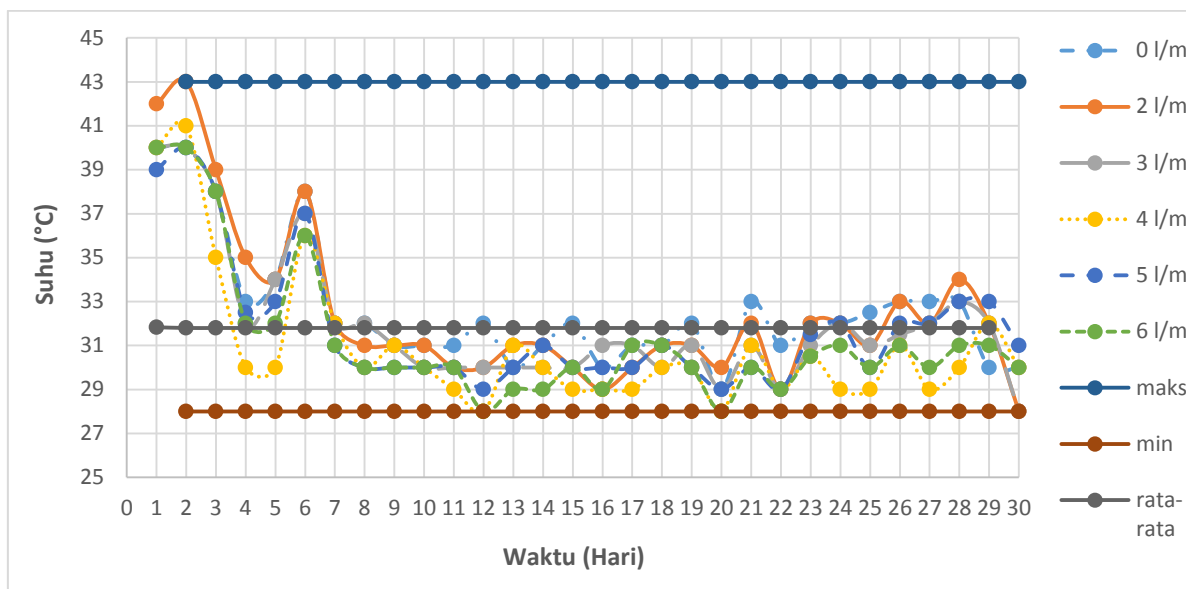
Pada tahap pelaksanaan dilakukan pengaturan debit udara pada masing-masing reaktor sebesar 0 l/m, 2 l/m, 3 l/m, 4 l/m, 5 l/m dan 6 l/m. Proses *biodrying* dimulai sejak aerator dinyalakan. Kemudian dilakukan pengukuran suhu 3 kali sehari (pagi, siang, sore), kadar air setiap hari, C-Organik, N-Total, dan pengambilan sampel emisi pada hari ke-1, hari ke-2, hari ke-15 dan hari ke-30. Setelah pengambilan sampel, dilakukan pengujian untuk masing-masing parameter. Pengujian C-Organik dan N-Total dilakukan dengan metode spektrofotometri di Laboratorium Teknik Lingkungan, sedangkan untuk Gas Rumah Kaca CO₂ pengujian dilakukan dengan metode kromatografi gas di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN), Pati.

3. Tahap Analisis

Pada tahap analisis dilakukan pengolahan data hasil pengujian menggunakan software Microsoft Excel 2013 dan diuji menggunakan SPSS 22 untuk mengetahui pengaruh variasi debit udara terhadap emisi Gas Rumah Kaca CO₂ dengan metode regresi sederhana.

Hasil dan Pembahasan Analisis Suhu

Pada penelitian ini pengukuran suhu dilakukan setiap hari selama 30 hari. Hal ini dilakukan untuk melihat aktifitas mikroorganisme yang berlangsung selama proses *biodrying* (Jalil et al, 2016). Berikut adalah grafik hubungan debit udara dengan suhu:



Gambar 1 Grafik Hubungan Debit Udara dengan Suhu

Pada gambar 1 menunjukkan bahwa suhu pada masing-masing reaktor mengalami fluktuasi setiap harinya. Pada 7 hari pertama suhu mengalami perubahan yang cukup signifikan, sedangkan pada hari ke-8 hingga hari ke-30 perubahan suhu tidak terlalu signifikan (stabil) yaitu berkisar antara 28°C -34°C. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Adani et al, 2002) yang menyatakan bahwa kestabilan suhu pada sampah *biodrying* mengindikasikan bahwa tidak terjadi aktivitas mikroorganisme yang cukup besar sehingga kestabilan biologis tercapai setelah proses *biodrying* berlangsung.

Suhu puncak terjadi pada reaktor 2 liter/menit pada hari ke-2 proses *biodrying* berlangsung yaitu sebesar 43°C. Hal ini sesuai dengan Tambone (2011) yang menyatakan bahwa suhu pada sampah yang diolah secara *biodrying* atau tipikal dengan suhu pada pengolahan aerobik-biologis akan meningkat selama 2 hari pertama lalu kemudian turun mendekati suhu udara ambien. Tom (2016) menyatakan suhu yang dicapai pada reaktor *biodrying* dengan ketinggian sampah 30-60 cm pada hari kedua berkisar antara 41,2-56,5°C, sedangkan reaktor yang digunakan pada penelitian ini yaitu mempunyai ketinggian sampah 50 cm dan suhu yang dicapai pada hari kedua sebesar 43°C.

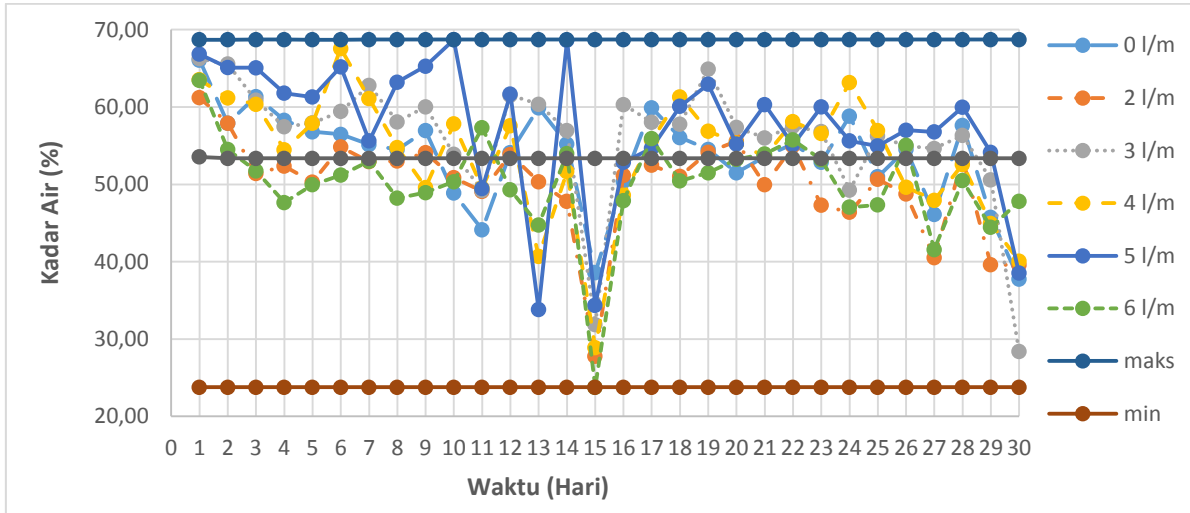
Tingginya suhu sampah pada hari kedua menunjukkan adanya aktivitas metabolisme mikroorganisme yang tinggi. Suhu adalah parameter terjadinya proses eksotermik dan metabolisme respirasi mikroorganisme, sedangkan metabolisme mikroorganisme erat kaitannya dengan fraksi organik, sehingga apabila suhu

semakin tinggi maka proses metabolise mikroorganisme juga tinggi. (Fadhillah dan Yudhianto, 2013). Suhu yang tinggi juga menunjukkan bahwa aktifitas biologis mikroorganisme berjalan efektif. Aktifitas biologis tersebut berjalan apabila tersedia nutrisi terutama karbon (C), nitrogen (N) tersedia cukup di dalam sampah (Sadaka et al, 2010). Pada penelitian yang dilakukan oleh Tambone (2011), suhu tertinggi proses *biodrying* dicapai pada suhu 53°C, sedangkan pada penelitian ini hanya 43°C. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor yaitu tidak adanya *bulking agent* yang ditambahkan pada reaktor, komposisi sampah makanan yang kecil dan tidak adanya lapisan penyerap uap air pada reaktor. Pada penelitian yang dilakukan Istiyani (2017) proses *biodrying* menggunakan sampah sayur kangkung dan bayam dapat mencapai suhu 53°C, sedangkan penelitian *biodrying* yang dilakukan oleh Mendoza (2012) proses *biodrying* menggunakan rumput dapat mencapai suhu 50°C. Hal tersebut terjadi karena perbedaan kadar lignoselulosa pada masing-masing jenis sampah. Untuk kandungan selulosa pada sampah daun sebesar 35-50 %, hemiselulosa 15-30 % (Damayanti, 2011), kandungan selulosa pada sampah makanan sebesar 13 %, hemiselulosa 17 % dan lignin 9 % (Fajar, 2016). Menurut Trisanti (2010) kandungan lignoselulosa merupakan komponen utama penyedia sumber karbon dan energi. Proses degradasi material organik tersebut menghasilkan panas, sedangkan panas yang dihasilkan tersebut digunakan untuk menguapkan kadar air secara signifikan (Hamidian et al, 2016)

Analisis Kadar Air

Kadar air merupakan parameter utama dalam menentukan keberhasilan proses *biodrying*. Mekanisme pengurangan kadar air pada sampah dengan metode *biodrying* adalah melalui penguapan yang dibantu

oleh penambahan debit udara, lalu selanjutnya uap air yang telah menguap dibawa oleh aliran udara bersama gas buang (Velis dkk, 2009). Berikut adalah grafik hubungan debit udara dengan kadar air:



Gambar 2 Grafik Hubungan Debit Udara dengan Kadar Air

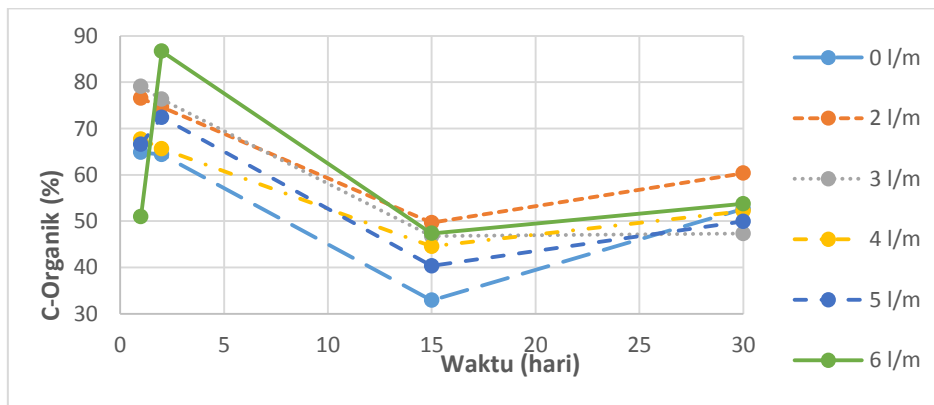
Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa pada 5 hari pertama terjadi penurunan kadar air pada semua reaktor, sedangkan pada hari ke-10 terjadi kenaikan kadar air pada reaktor dengan debit 4 l/m, 5 l/m dan 6 l/m namun kenaikan yang cukup signifikan terjadi pada reaktor dengan debit 5 l/m yaitu dari 65,30 % menjadi 68,72 %. Penurunan kadar air paling signifikan terjadi untuk semua reaktor pada hari ke-15. Menurut Dominczyk *et al* (2014) penurunan kadar air tertinggi terjadi antara hari ke 10 hingga hari ke-13 namun pada penelitian ini penurunan kadar air terjadi pada hari ke-10 dan masih berlangsung hingga hari ke-15.

Penurunan kadar air yang cukup signifikan ini menunjukkan bahwa proses *biodrying* berlangsung efektif, karena tujuan utama proses *biodrying* adalah

mengurangi kadar air yang ada pada sampah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Velis dkk (2009) yang menyatakan bahwa proses *biodrying* berlangsung efektif berkisar antara 7-15 hari.

Analisis C-Organik

Pada proses dekomposisi sampah, karbon digunakan sebagai sumber energi serta pembentuk sel. Sedangkan nitrogen merupakan unsur yang dibutuhkan mikroorganisme untuk sintesis protein (Siswanto, 2012). Pada proses *biodrying*, kadar C-Organik dipertahankan untuk menambah nilai kalor pada sampah agar bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif (Fadhilah & Yudihanto, 2013). Berikut adalah grafik hubungan debit udara dengan kadar C-Organik:



Gambar 3 Hubungan Variasi Debit Udara dengan C-Organik

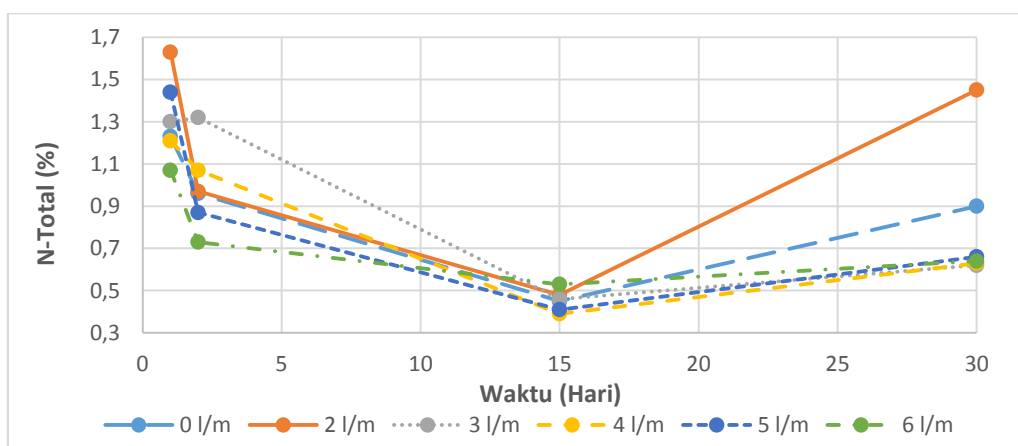
Berdasarkan gambar 3 diketahui bahwa selama 30 hari proses *biodrying* berlangsung, kadar C-Organik mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan untuk reaktor dengan debit 0 liter/menit, 2 liter/menit, 3 liter/menit, 4 liter/menit dan 5 liter/menit. Penurunan kadar C-Organik yang tidak terlalu signifikan tersebut menandakan bahwa proses *biodrying* berjalan dengan baik, karena konsumsi karbon rendah sehingga dapat meningkatkan nilai kalor yang bagus untuk dijadikan bahan bakar alternatif (Mendoza, 2012). Pada hari ke-2 terjadi fluktuasi kadar C-Organik yang tidak terlalu besar, kemudian terjadi penurunan pada hari ke-15 untuk semua reaktor. Penurunan C-Organik tersebut terjadi karena pada saat proses *biodrying*, mikroorganisme mendegradasi menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Pada hari ke-30 kadar C-Organik meningkat untuk semua reaktor, hal ini disebabkan karena penurunan aktivitas mikroorganisme akan menambah biomassa sehingga meningkatkan C-Organik (Setyorini et al, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa proses degradasi mikroorganisme optimum hingga

hari ke-15, kemudian mikroorganisme menjadi lemah dan mati sehingga menambah kadar C-Organik pada sampah sesuai dengan pernyataan Velis dkk (2009) bahwa proses *biodrying* berlangsung efektif berkisar antara 7-15 hari.

Selama 30 hari proses *biodrying* berlangsung, terjadi peningkatan kadar C-Organik untuk reaktor dengan debit 6 liter/menit dari 50,69% menjadi 69,59%. Hal ini terjadi karena debit udara yang tinggi dapat menghentikan aktivitas mikroba sehingga tidak mampu mendegradasi senyawa organik dengan baik (Sadaka et.al., 2010; Mendoza et.al., 2013).

Analisis Kadar N-Total

Dalam proses dekomposisi sampah, nitrogen dibutuhkan oleh mikroorganisme sebagai nutrisi dalam pemeliharaan dan pembentukan sel tubuh (Ani et al, 2016). N dapat ditemukan pada sampah organik dalam bentuk molekul seperti protein, DNA dan senyawa seluler lainnya. (Zeng et al., 2012; Cáceres et al.,2016). Berikut adalah grafik hubungan debit udara dengan kadar N-Total:



Gambar 4 Grafik Variasi Debit Udara dengan N-Total

Gambar 4 menunjukkan bahwa selama 30 hari proses *biodrying* berlangsung terjadi penurunan kadar N-Total untuk semua reaktor dari kadar N-Total yang berkisar antara 1,07%-1,63% hingga hari ke-30 yang berkisar antara 0,62%-1,45%. Penurunan kadar N-Total yang tidak terlalu signifikan ini menandakan bahwa proses *biodrying* berjalan dengan baik sesuai dengan pernyataan (Widiarti, et al, 2015) bahwa semakin sedikit kandungan nitrogen maka semakin lambat bahan organik terurai. Sedangkan semakin lambat bahan organik terurai, semakin mendukung tidak terjadinya degradasi secara keseluruhan

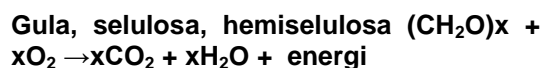
yang dapat meningkatkan kualitas sampah hasil pengolahan sebagai bahan bakar (Fadhilah & Yudihanto, 2013).

Pada hari ke-15 terjadi penurunan kadar N-Total untuk semua reaktor, hal ini menunjukkan bahwa proses *biodrying* berjalan optimum karena N-Total telah digunakan mikroorganisme untuk perkembangannya. N-Total digunakan oleh mikroorganisme sebagai tambahan nutrisi dalam pemeliharaan dan pembentukan sel tubuh sehingga semakin banyak kandungan N-Total maka semakin cepat bahan organik terurai (Ani dkk, 2016).

Pengaruh Variasi Debit Udara Terhadap Emisi CO₂

Pada proses *biodrying* terjadi dekomposisi senyawa organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan CO₂. Sebanyak 2/3 bagian dari karbon berfungsi sebagai energi bagi mikroorganisme yang dioksidasi selama proses aerob dan dilepaskan sebagai CO₂. Berikut adalah reaksi dekomposisi sampah secara aerobik yang dapat terjadi pada reaktor *biodrying*

dengan pemberian variasi debit udara menurut (Gaur *et al*, 1983) :



Pada penelitian ini, pengambilan sampel emisi CO₂ dilakukan 4 kali selama proses *biodrying* berlangsung yaitu pada hari pertama, hari ke-2, hari ke-15 dan hari ke-30. Untuk mengetahui data konsentrasi emisi CO₂ selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Emisi CO₂ Selama Proses Biodrying

REAKTOR	CO ₂ (ppm)				
	Hari Ke-1	Hari Ke-2	Hari ke-15	Hari ke-30	Rata-Rata
0 l/m	68888,95	83153,13	49963,82	25849,50	56963,85
2 l/m	42804,56	52706,55	14398,32	8807,15	29679,15
3 l/m	15920,42	16848,54	17746,78	10047,36	15140,78
4 l/m	8408,12	8602,61	21341,81	1671,27	10005,95
5 l/m	10069,00	10621,92	20957,20	4462,13	11527,56
6 l/m	5153,67	5393,74	12226,06	2085,17	6214,66

Dari data pada tabel 1 diatas, terlihat bahwa emisi CO₂ pada setiap reaktor mengalami kenaikan yang tidak terlalu besar pada reaktor dengan debit 2 l/m, 3 l/m, 4 l/m, 5 l/m dan 6 l/m. Sedangkan untuk reaktor kontrol (0 l/m) mengalami peningkatan yang cukup besar hingga mencapai 83.153,13 ppm. Kemudian emisi CO₂ menurun pada hari ke-15 untuk reaktor dengan debit 0 l/m hingga 49.963,82 ppm sedangkan untuk reaktor dengan debit 2

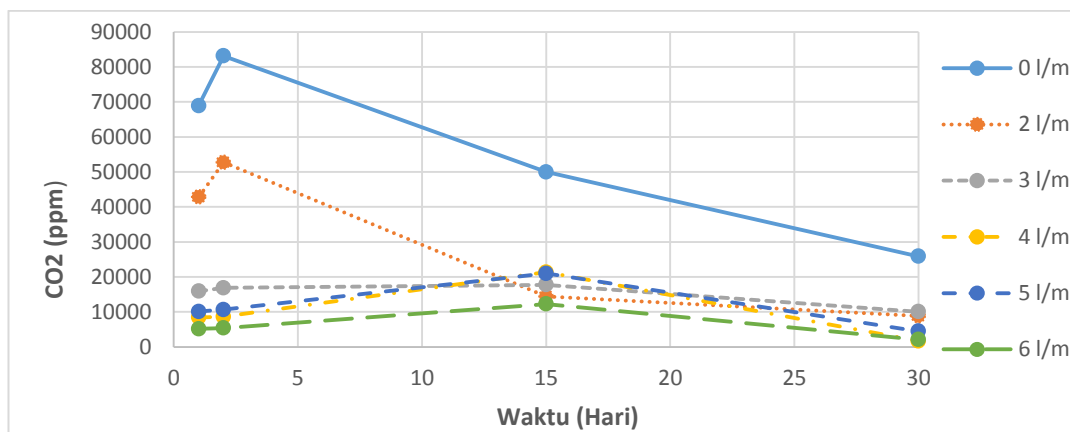
l/m, 3 l/m, 4 l/m, 5 l/m dan 6 l/m mengalami kenaikan. Pada hari ke-30 semua reaktor mengalami penurunan emisi CO₂ yang cukup signifikan. Terlihat bahwa emisi CO₂ pada reaktor kontrol (0 liter/menit) jauh lebih besar dibandingkan reaktor dengan penambahan debit. Berikut adalah data emisi CO₂ pada reaktor dengan penambahan debit udara dan tanpa penambahan debit udara:

Tabel 2 Penurunan Emisi CO₂

Hari Ke-	CO ₂ (ppm)		Penurunan Emisi (%)	Rata-Rata Penurunan (%)
	Tanpa Aerasi	Dengan Aerasi		
1	68888,95	16471,15	76,09	74,45
2	83153,13	18834,67	77,35	
15	49963,82	17334,03	65,31	
30	25849,5	5414,616	79,05	

Tabel 2 menunjukkan bahwa besar emisi CO₂ pada reaktor kontrol (0 liter/menit) jauh lebih tinggi daripada emisi CO₂ pada reaktor dengan penambahan debit udara. Hal ini membuktikan pernyataan (Tom, *et al.*, 2016) bahwa penambahan debit udara pada proses *biodrying* berhasil menurunkan emisi CO₂

yang dihasilkan pada proses *biodrying*. Pada penelitian ini, penambahan debit udara dapat menurunkan emisi CO₂ yang dihasilkan rata-rata sebesar 74,45%. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh adanya variasi debit udara yang ditambahkan, berikut adalah grafik hubungan antara variasi debit udara pada tiap reaktor dengan emisi CO₂ yang dihasilkan:



Gambar 5 Grafik Hubungan Debit Udara dengan Emisi CO₂

Gambar 5 menunjukkan bahwa secara keseluruhan, emisi CO₂ yang dihasilkan selama 30 hari proses *biodrying* cenderung menurun dari hari pertama berkisar antara 5000 ppm hingga 68.000 ppm menjadi 1000 ppm hingga 25.000 ppm.

Pada hari ke-2 saat suhu mencapai puncak terlihat terjadi penurunan emisi CO₂ untuk semua reaktor dengan penambahan debit udara. Suhu yang tinggi mengindikasikan bahwa aktivitas biodegradasi senyawa organik yang dilakukan oleh mikroorganisme tinggi sehingga emisi CO₂ yang dihasilkan juga semakin besar.

Pada hari ke-30 emisi CO₂ cenderung menurun untuk setiap reaktor. Hal ini disebabkan karena pada hari ke-30 suhu sampah mencapai 28°C hingga 31°C atau mendekati suhu udara ambien. Menurut (Adani *et.al.*, 2002), pada hari ke-7 hingga ke-30 terjadi kenaikan dan penurunan suhu yang relatif seragam (stabil) pada setiap reaktor yaitu dengan suhu berkisar antara 28°C-34°C. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tidak terjadi aktifitas mikroorganisme yang cukup besar sehingga terjadi kestabilan penuh biologis tercapai setelah proses *biodrying* berlangsung (Adani *et.al.*, 2002). Apabila tidak terjadi aktivitas mikroorganisme yang cukup besar, maka emisi CO₂ yang dihasilkan juga semakin menurun. Namun meskipun begitu emisi CO₂ masih tetap dihasilkan pada hari ke-30, hal itu mengindikasikan masih terdapat aktivitas mikroorganisme walaupun kecil. Pelepasan CO₂ dari tumpukan kompos dapat menjadi indikator aktivitas mikroorganisme dan laju biodegradasi bahan organik (Guo *et al.*, 2012). Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhang *et al* (2017), sebanyak 70% emisi CO₂ dihasilkan pada 9 hari pertama yang bertepatan dengan

kenaikan suhu. Hal tersebut mengindikasikan bahwa biodegradasi bahan organik sedang terjadi secara besar-besaran (Beck-Fris *et al.*, 2001). Pada penelitian *biodrying* ini emisi CO₂ meningkat cukup drastis pada hari kedua yang bertepatan dengan kenaikan suhu. Zhang *et al* (2017) juga mengatakan bahwa pada 7 hari pertama jumlah O₂ pada masing-masing reaktor adalah rata-rata sebesar 12,3% dan 14,1%, hal tersebut berlawanan dengan jumlah CO₂ yang meningkat pada 9 hari pertama. Kemudian pada hari ke-19, konsentrasi O₂ menurun mendekati kondisi udara ambien dan konsentrasi CO₂ juga menurun hingga kurang dari 1,5%, yang mengindikasikan bahwa kondisi kompos telah cukup matang.

Kesimpulan

1. Penambahan debit udara pada proses *biodrying* mampu menurunkan emisi CO₂ sebesar 74,5%
2. Terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi debit udara terhadap emisi CO₂ Debit udara optimum yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebesar 6 liter/menit.
3. Debit tersebut menghasilkan emisi yang paling rendah dengan rata-rata CO₂ sebesar 6214,66 ppm

Saran

1. Pada bagian dalam penutup reaktor diberi lapisan berupa spons/*microfiber* agar uap air yang dihasilkan selama proses *biodrying* terserap sehingga tidak masuk kembali kedalam sampah.
2. Penambahan insulator yaitu berupa terpal pada sekeliling reaktor untuk menahan panas sehingga dapat meningkatkan suhu sampah.

Daftar Pustaka

- Adani, F., Baido, D., Calcaterra, E. & Genevini, P., 2002. The influence of biomass temperature on biostabilization-biodrying of municipal solid waste. *Bioresource Technology*, pp. 173-179.
- Angraini, R., 2015. Perencanaan Pemindahan dan Pengangkutan Sampah Kampus Universitas Diponegoro Tembalang Semarang.
- Ani, Evi Dwi, Apriani, Isna & Fitriainsih, Y., 2016. *Pemanfaatan Limbah Tomat Sebagai Agen Dekomposer Pembuatan Kompos Sampah Organik*. Universitas Tanjungpura: Pontianak
- Cáceres, R., Coromina, N., Malin' ska, K., Martínez-Farré, F.X., López, M., Soliva, M., Marfà, O., 2016. Nitrification during extended co-composting of extreme mixtures of Green waste and solid fraction of cattle slurry to obtain growing media. *Waste Manage.* 58, 118–125.
- Effendi, A., 2017. <http://www.pikiran-rakyat.com/>. [Online].
- Fadlilah, N. & Yudihanto, G., 2013. *Pemanfaatan Sampah Makanan Menjadi Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Biodrying*. *Teknik POMITS*, 2(2), pp. 289-293.
- Istiyani, A., 2017. *Pengaruh Variasi Frekuensi Pengadukan dan Debit Aerasi Pada Biodrying Sampah Organik Perkotaan*. Universitas Diponegoro: Semarang
- Jalil, N. A., Basri, H., Basri, N. A. & Abushammala, M. F., 2016. *Biodrying of municipal solid waste under different ventilation periods*. *Environmental Engineering Research*, 21(2), pp. 145-151.
- Mendoza, F. C. et al., 2013. *Effect of Airflow on Biodrying of Garding Wastes in Reactors*. *Environmental Sciences*, 25(5), pp. 865-872.
- Mendoza, F. J. et al. (2012) 'Biodrying as a biological process to diminish moisture in gardening and harvest wastes', *Environment, Development and Sustainability*, 14(6), pp. 1013–1026. doi: 10.1007/s10668-012-9369-1.
- Nasir, Muhammad. 1999. *Metode penelitian*. PT. Ghalia indonesia: Jakarta
- Pinjing He, J. T. D. Z. Y. Z. L. S., 2010. *Release of volatile organic compounds during bio-drying*. *Environmental Science*, p. 22(5) 752–759.
- Sadaka, S., Van Devender, K., Costello, T. & Sharara, M., 2010. *Partial Composting for Biodrying Organic Material*. [Online] Available at: <https://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-1055.pdf> [Diakses 25 November 2017].
- Sudomo, N. F. S., Oktiawan, W. & Istirokhatun, T., 2012. *Optimalisasi Sistem Pengelolaan Sampah di Lingkungan Kampus Universitas Diponegoro, Tembalang: Upaya Menuju Undip Eco-Campus*: Semarang: Universitas Diponegoro.
- Tambone, F; Scaglia, B; Scotti, S; Adani, F. 2011. *Effects of Biodrying Process on Municipal Solid Waste Properties*. *Science Direct Bioresource Technology*
- Tom, A., Haridas, A. & Pawels, R., 2016. *Biodrying Process Efficiency: Significance of Reactor Matrix Height*. *Procedia Technology*. pp. 130-137.
- Velis, C. A. et al., 2009. *Biodrying for Mechanical-Biological Treatment of Wastes: A Review of Process Science and Engineering*. *Bioresource Technology*, 100(11), pp. 2747-2761.
- Zeng, Y., De Guardia, A., Ziebal, C., Macedo, F.J.D., Dabert, P., 2012. *Nitrification and microbiological evolution during aerobic treatment of municipal solid wastes*. *Biores. Technol.* 110, 144–152.
- Zhang, D. Q. et al., 2008. *Biodrying of municipal solid waste with high water content by combined hydrolytic-aerobic technology*. *Journal of Environmental Sciences*, pp. 1534-1540
- Zhang, Han-Yan; Krafft, Thomas; Gao, Ding; Zheng, Guo-Di. 2017. *Lignocellulose Biodegradation in the Biodrying Process of Sewage Sludge and Sawdust*. *Drying Technology Journal*