

PENGARUH PENAMBAHAN LEACHATE PADA PROSES PENGOMPOSAN DOMESTIC BIOWASTE SECARA ANAEROB

The Effect Of Leachate Addition Towards Domestic Biowaste Anaerobic Composting Process

Gregorius Prima Indra Budianto^{1*}, Susan Primadevi², Rahmat Budi Nugroho²

¹Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta
Jl. Let Jen Sutoyo Mojosongo Surakarta Telp; (0271) 852518 Fax. (0271) 853275

²Program Studi Analisis Kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan,
Universitas Setia Budi Surakarta,
Jl. Let Jen Sutoyo Mojosongo Surakarta Telp; (0271) 852518 Fax. (0271) 853275

*email: gregoriusjoseph87@gmail.com

ABSTRAK

Pengomposan domestic biowaste dan leachate dijalankan dalam kondisi anaerob dengan sistem batch. Proses dijalankan dalam 3 set komposter dengan volume yang sama namun perbandingan komposisi bahan baku yang berbeda. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji proses pengolahan domestic biowaste dan leachate dalam proses pengomposan. Hasil yang diperoleh, penambahan leachate dapat mempercepat proses pengomposan karena leachate mengandung sejumlah mikroorganisme yang dibutuhkan dalam proses pengomposan. Selain itu, leachate juga mengandung senyawa xenobiotik. Oleh karena itu penggunaan leachate dengan kadar 50% memberikan hasil lebih efektif jika dibandingkan dengan penggunaannya dengan kadar 100%.

Kata kunci: *leachate, domestic biowaste, pengomposan, anaerob*

ABSTRACT

Composting process of domestic biowaste and leachate was conducted in batch anaerobic system. Three composters were used with equal volume but different raw materials composition percentage. The objective of this study is to investigate composting process of domestic biowastes and leached. As a result, the addition of leachate can accelerate anaerobic composting process due to leachate contains the amount of microorganism which is important in anaerobic composting process. Besides, leachate also contains xenobiotic compound. Therefore, it can be concluded that the use of 50% leachate is more effective than pure leachate.

Keywords: *leachate, domestic biowaste, composting, anaerobic*

PENDAHULUAN

Domestic biowaste dan leachate

Domestic biowaste adalah sampah *biodegradable* yang berasal dari rumah tangga dengan komponen utama adalah sisa-sisa makanan. *Domestic biowaste* menjadi masalah di sebagian besar kota besar di Indonesia, hal ini dibuktikan dengan dengan hasil survei yang menyatakan bahwa 70% dari timbunan sampah di Indonesia termasuk golongan *biodegradable* (Anonymous, 2011).

Sistem pembuangan sampah dengan tipe *open dumping* dapat menimbulkan masalah baruyaitu terbentuknya air lindi (leachate).

Leachate terbentuk dari hasil proses infiltrasi air hujan ke dalam sampah yang membusuk sehingga menyebabkan *dissolved material* dalam sampah menjadi terekstrak. Menurut Ali (2012), leachate mengandung COD (150-100.000 mg/L) dan BOD (100-90.000 mg/L), pH (5,3-8,5) dan sejumlah mikroorganisme.

Pada kenyataannya pengelolaan *domestic biowaste* maupun leachate belum banyak dilakukan. Akibatnya keduanya berpotensi menimbulkan bau yang tidak sedap, pencemaran tanah, pencemaran air permukaan serta menyebabkan kesehatan manusia menjadi terganggu. Maka dari itu,

pengelolaan yang tepat sangat diperlukan untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Beberapa penelitian terkait dengan *domestic biowaste* dan leachate diantaranya Wirda (2008) yang meneliti tentang pengolahan *domestic biowaste* dengan proses anaerob menggunakan *grey water*, air hujan dan air ledeng; Wulandari (2007) juga meneliti tentang degradasi *domestic biowaste* secara anaerob dengan menggunakan limbah tahu sebagai sumber mikroorganisme. Sedangkan beberapa peneliti seperti Zhang (2011), Xie (2012), dan Obire (2002) menyatakan bahwa leachate mengandung beberapa populasi mikroorganisme diantaranya adalah *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *E.Coli*. Pada penelitian ini memberikan alternatif proses pengolahan *domestic biowaste* dan leachate yang lain adalah dengan proses pengomposan.

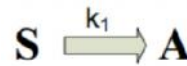
Pengomposan *domestic biowaste* dan leachate secara anaerob

Kompos merupakan hasil degradasi parsial atau tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dipercepat oleh konsorsium mikroorganisme anaerob (Hidayat, 2012). Proses pengomposan anaerob merupakan satu cara yang tepat untuk mendegradasi *domestic biowaste* menjadi kompos dengan memanfaatkan mikroorganisme yang terkandung dalam leachate.

Namun, pengaturan konsentrasi leachate sangat diperlukan mengingat leachate tidak hanya mengandung mikroorganisme namun juga mengandung senyawa xenobiotik diantaranya phenol (0,04-44 mg/L), CN (0,04-90 mg/L), Cr (300-1600 µg/L) dan Hg (0,2-50 mg/L) yang berpotensi menghambat proses pengomposan anaerob (Ali, 2012).

Laju Pengomposan

Mekanisme proses pengomposan anaerob secara sederhana dapat diperoleh dengan mengasumsikan bahwa semua komponen organik yang dapat dikonversi menjadi kompos adalah *volatile solids* (VS); dan produk dari peruraian VS didefinisikan sebagai asam karboksilat (A) (Wiratni, 2012). Mekanisme reaksi pengomposan anaerob dapat dituliskan seperti gambar 1



Gambar 1. Mekanisme reaksi pengomposan anaerob

Proses pengomposan anaerob dapat dianalisis secara sistematis dengan menghitung konstanta kecepatan reaksi pengomposan. Berdasarkan mekanisme reaksi yang tersaji pada Gambar 1, kecepatan reaksi pengomposan anaerob atau kecepatan degradasi *volatile solids* dapat didekati dengan mengasumsikan sebagai *first order reaction*

$$-\frac{d[VS]}{dt} = k[VS]$$

dengan $\frac{d[VS]}{dt}$ adalah laju degradasi *volatile solids* tiap waktu; k konstanta kecepatan reaksi (jam^{-1}); dan $[VS]$ adalah konsentrasi *volatile solids* (mg/L).

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji proses pengolahan *domestic biowaste* dan leachate dalam proses pengomposan

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer 1L yang dianalogikan sebagai sebuah komposter.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: *Domestic biowaste* yang diambil secara acak dari limbah rumah tangga; Leachate yang diambil dari salah satu TPA di kota Solo; dan Air.

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap proses, yaitu tahap pretreatment leachate, tahap proses dan tahap analisis sampel.

Tahap pretreatment leachate meliputi: penyaringan leachate yang bertujuan memisahkan material padat yang terbawa saat pengambilan; dan penyesuaian konsentrasi leachate sehingga didapatkan leachate 100% dan leachate 50%.

Tahap proses pengomposan: proses pengomposan anaerob dijalankan dengan sistem batch pada kondisi oksigen. Proses pengomposan dilaksanakan dengan menggunakan 3 set komposter selama 22 hari. Komposisi masing-masing komposter disajikan pada Tabel 1:

Tabel 1. Komposisi komposter

Komposter (K)	S (g)	L (mL)	W (mL)	Total Volume (mL)
1	400	-	400	800
2	400	400	-	800
3	400	200	200	800

Keterangan: S: domestic biowaste; L: leachate; W: air

Tahap analisa sampel: pengambilan sampel untuk keperluan pengukuran parameter pH dan VS dilakukan setiap hari selama 22 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi leachate sebagai sumber mikroorganisme

Keterbatasan jumlah mikroorganisme menyebabkan proses pengomposan secara anaerob menjadi terhambat. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan material sebagai sumber mikroorganisme, leachate mengandung sejumlah besar mikroorganisme anaerob yaitu sebesar $4,6 \times 10^7$ CFU/mL, karena kelimpahannya tersebut maka leachate dapat digunakan sebagai sumber mikroorganisme pada proses pengomposan anaerob agar proses dapat berjalan dengan baik.

Masa aklimatisasi mikroorganisme

Pada saat *start-up*, masing-masing komposter mengalami masa aklimatisasi atau masa penyesuaian mikroorganisme terhadap substratnya, yang ditandai dengan nilai VS yang acak atau tidak dapat diprediksi dengan baik oleh model seperti terlihat pada Gambar 2. Pada masa aklimatisasi inilah mikroorganisme terbaik yang akan bertahan dan tumbuh dengan baik (Schnurer, 2009). Perbedaan ketiga komposter hanya terletak pada waktu aklimisasinya, masing-masing komposter membutuhkan waktu aklimatisasi 6 hari, 14 hari dan 6 hari.

Pengaruh konsentrasi leachate pada proses pengomposan

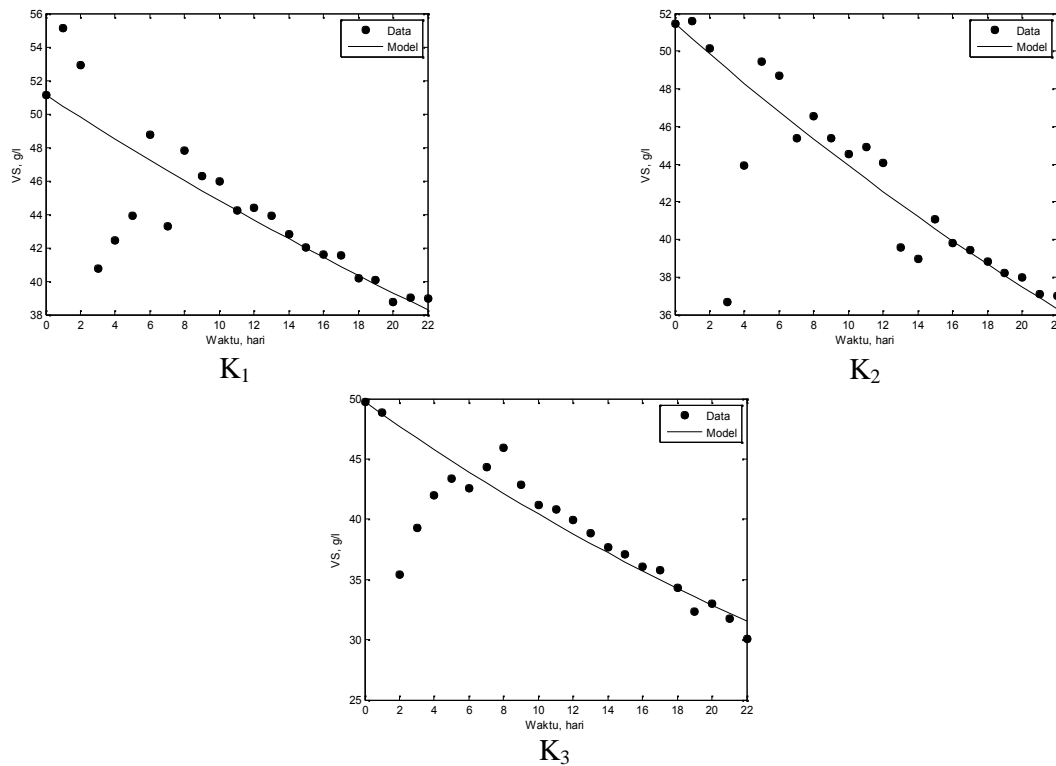
Penghambatan pertumbuhan mikroorganisme sebagai akibat dari toksisitas inhibitor tidak terjadi pada K₁, sehingga pada K₁ hanya membutuhkan waktu aklimatisasi yang singkat. Sedangkan, K₂ membutuhkan waktu aklimatisasi paling lama dibandingkan dengan kedua komposter lainnya, hal ini terjadi karena kandungan leachate 100% mengandung inhibitor yang menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme menjadi terhambat. K₃ dengan penambahan leachate 50% menempuh masa aklimatisasi yang lebih singkat dibandingkan dengan K₂, hal ini disebabkan oleh inhibitor yang terkandung di dalam leachate mengalami pengenceran yang menyebabkan toksisitas terhadap mikroorganisme menjadi berkurang sehingga tidak mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme.

Efektivitas leachate sebagai sumber mikroorganisme dapat dikuantifikasi dengan menganalisa konstanta kecepatan reaksi pengomposan dan efisiensi komposter yang direpresentasikan dengan persen degradasi VS. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai konstanta kecepatan reaksi pengomposan dan efisiensi seperti disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Konstanta kecepatan reaksi pengomposan

Komposter	Nilai k	Efisiensi
K ₁	0,011	22%
K ₂	0,014	28%
K ₃	0,020	40%

Keterbatasan jumlah mikroorganisme menyebabkan proses degradasi substrat menjadi lambat, peristiwa ini dialami oleh K₁ dimana ke dalam hanya ditambahkan air yang sedikit atau tidak mengandung mikroorganisme. Berbeda dengan K₂ dan K₃ yang memiliki nilai k yang lebih besar dibandingkan dengan K₁, hal ini membuktikan bahwa dengan adanya penambahan leachate sebagai sumber mikroorganisme, proses peruraian substrat dapat berjalan dengan baik atau dengan kata lain kebutuhan komposter akan mikroorganisme menjadi terpenuhi.



Gambar 2. Profil degradasi VS tiap waktu

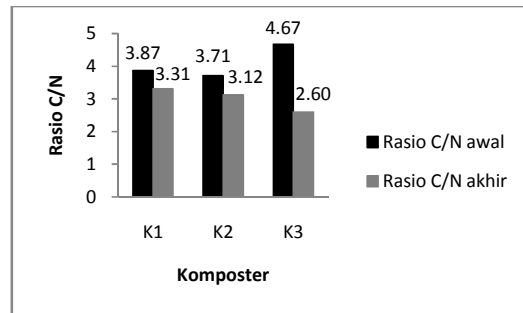
Selain kandungan mikroorganisme, keberadaan senyawa toksik pada leachate perlu diperhatikan karena senyawa toksik dalam jumlah besar dapat menghambat proses pengomposan anaerob. Dapat dilihat pada Tabel 2, nilai k untuk K₂ lebih kecil dibandingkan dengan nilai k untuk K₃, hal ini kemungkinan terjadi karena adanya penghambatan proses oleh senyawa toksik yang terkandung di dalam leachate.

C/N ini terjadi karena kadar karbon organik dalam bahan lebih cepat terurai dibandingkan dengan kadar nitrogen yang cenderung relatif konstan (Ismayana, 2012).

Pengaruh rasio C/N pada proses pengomposan

Prinsip utama pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N bahan organik menjadi sama atau mendekati dengan rasio C/N tanah yaitu sebesar 10-12, dengan kata lain dibutuhkan bahan dengan nilai rasio C/N yang lebih tinggi dari rasio C/N tanah (Mulyani, 2014).

Pada penelitian ini masing-masing komposter mengalami penurunan rasio C/N, dan penurunannya berbanding lurus dengan nilai k atau dengan kata lain semakin cepat laju pengomposan maka akan menghasilkan penurunan rasio C/N yang besar pula seperti disajikan dalam Gambar 3. Penurunan rasio



Gambar 3. Profil Rasio C/N Pada Tiap Komposter

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa penurunan rasio C/N pada masing-masing komposter tidak signifikan hal ini kemungkinan terjadi karena rasio C/N awal sangat rendah sehingga menyebabkan komposter mengalami defisiensi karbon. Hal ini juga diungkapkan oleh Mulyani (2014) bahwa nilai rasio C/N awal yang rendah mengakibatkan proses pengomposan terjadi sangat cepat namun

selanjutnya kecepatan pengomposan akan menurun karena komposter kekurangan karbon organik sebagai sumber energi.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Penambahan leachate ke dalam komposter dapat mempercepat proses pengomposan secara anaerob, hal ini ditandai dengan nilai konstanta kecepatan reaksi pada komposter dengan dan tanpa penambahan leachate masing-masing sebesar $0,014 \text{ jam}^{-1}$ dan $0,011 \text{ jam}^{-1}$
2. Penambahan leachate dengan kadar 50% lebih efektif dalam proses pengomposan anaerob dibandingkan dengan penambahannya pada kadar 100%. Hal ini dibuktikan dengan nilai konstanta kecepatan reaksi pada komposter dengan penambahan leachate 50% dan 100% masing-masing sebesar $0,014 \text{ jam}^{-1}$ dan $0,020 \text{ jam}^{-1}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. (2011). *Sustaining Partnership: Mekanisme KPS Sektor Pengolahan Sampah dan Bersahabat dengan Sampah*. Jakarta: Infrastructure Reform Sector Development Program (IRSDP), BAPPENAS.
- Hidayat, N. (2012). 2012. *Manajemen Lingkungan Industri: Teknologi Pengolahan Limbah Padat*.
- Ismayana, A. I. (2012). Faktor Rasio C/N Awal dan Laju Aerasi pada Proses Co-Composting Baggase dan Blotong. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 173-179.
- Mulyani, H. (2014). *Kajian Teori dan Aplikasi: Optimasi Perancangan Model Pengomposan*. Jakarta: Trans Info Media.
- Obire, O. A. (2002). Bacterial Community of Leachate from a Wast-Dump and an Adjacent Stream. *JASEM*.
- Schnurer, A. J. (2009). *Microbiological Handbook for Biogas Plant*. Swedia: Svenskt Gastekniskt Center.
- Wiratni, B. C. (2012). Simplified Mathematical Model for Quantitative Analysis of Biogas Production Rate in a

Continuous Digester. *Engineering Journal*.

- Wirda, F. H. (2012). Penyisihan Senyawa Organik pada Biowaste Fasa Cair dengan Variasi Air Pencuci pada Rasio 1:2 dalam Reaktor Batch.
- Wulandari, D. M. (2007). *Proses Pengolahan Limbah Cair Domestik secara Anaerob*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
- Xie, B. X. (2012). Performance and Bacterial Compositions of Aged Refuse Reactors Treating Manure Landfill Leachate. *Biosource Technology*.
- Zhang, W. Y. (2011). Bacterial Community Composition and Abundance in Leachate of Semi-Aerobic and Anaerobic Landfills. *Journal of Environmental Science*, 1770-1777.