

# PENGARUH RESIRKULASI LINDI TERHADAP POTENSI PRODUKSI GAS METAN (CH<sub>4</sub>)

Ika Bagus Priyambada<sup>1</sup>, M. Arief Budiharjo<sup>1</sup>, dan Juwita Aprianti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP, Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang,

<sup>2</sup> Alumni Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP

## ABSTRACT

*Bioreactor landfill merupakan metoda pengembangan dan konvensional Landfill yang bertujuan mempercepat proses degradasi sampah yang tertimbun di dalam Landfill dengan pengumpulan dan pensirkulasian kembali lindi ke dalam timbunan sampah yang merupakan alternatif pengelolaan yang dinilai efisien dalam menurunkan baik kuantitas maupun kandungan pencemar yang ada dalam lindi dan mampu meningkatkan potensi gas karena lindi mempunyai kandungan organik yang tinggi. Penelitian ini bertujuan mencari nilai potensi produksi gas metan (CH<sub>4</sub>) dengan resirkulasi lindi. Sampah yang digunakan adalah sampah segar dan sampah umur 3-4 bulan, dengan parameter pH dan temperatur. Dari hasil penelitian didapat nilai puncak produksi gas CH<sub>4</sub> dengan resirkulasi lindi pada reaktor sampah segar yaitu sebesar 0,292 liter pada HRT ke-22, untuk reaktor sampah umur 3-4 bulan 5,195 liter pada HRT ke-34. Sedangkan untuk reaktor kontrol sampah segar hingga akhir penelitian tidak memproduksi gas CH<sub>4</sub>, nilai puncak reaktor kontrol sampah umur 3-4 bulan sebesar 2,392 liter pada HRT ke-25.*

**Kata kunci :** Resirkulasi lindi, Gas metan, Bioreaktor landfill

## PENDAHULUAN

Pengumpulan dan pensirkulasian kembali lindi ke dalam timbunan sampah merupakan alternatif pengelolaan yang dinilai efisien dalam menurunkan baik kuantitas maupun kandungan pencemar yang ada dalam lindi dan mampu meningkatkan potensi gas karena lindi mempunyai kandungan organik yang tinggi

Penelitian dilakukan dengan *Bioreactor landfill* dalam skala laboratorium. Jenis *Bioreaktor Landfill* yang digunakan adalah *Bioreaktor Landfill* tipe anaerobik. Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini berupa tong plastik dengan volume 50 liter. Sampah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah segar dan sampah berumur 3-4 bulan dari TPA Jatibarang. Parameter yang diteliti adalah volume gas metan, temperatur sampah, pH lindi. Variasi yang dilakukan yaitu resirkulasi lindi pada sampah segar dan sampah berumur 3 - 4 bulan. Dilakukan kontrol dengan reaktor yang tidak mengalami resirkulasi lindi pada sampah segar dan sampah berumur 3 - 4 bulan.

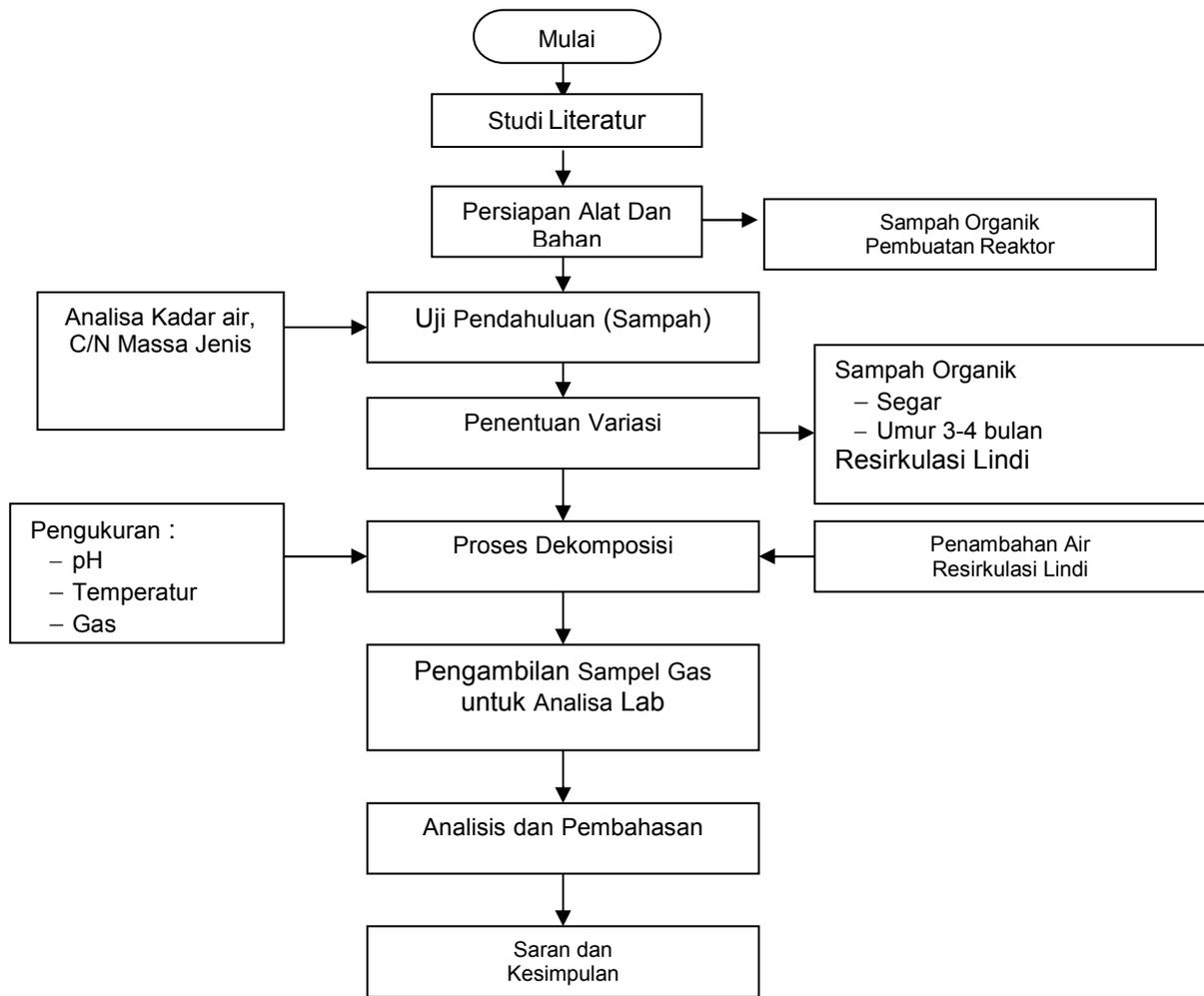
## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini diantaranya :

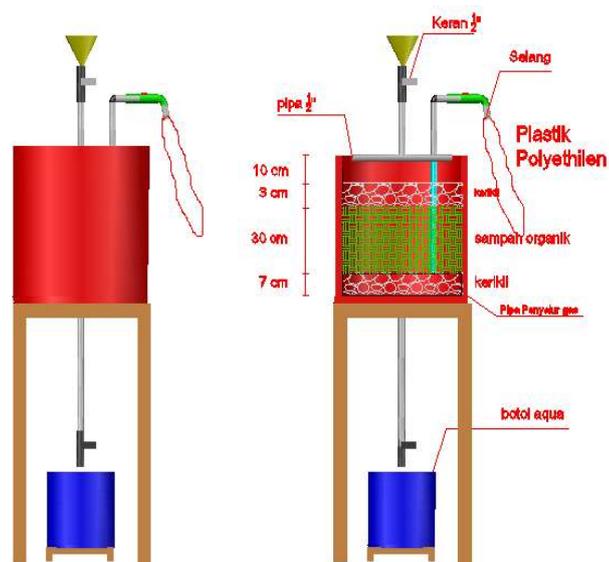
1. Mengetahui pengaruh resirkulasi lindi terhadap potensi produksi gas metan pada sampah organik segar.
2. Mengetahui pengaruh resirkulasi lindi terhadap potensi produksi gas metan pada sampah berumur TPA Jatibarang.

## METODOLOGI

Metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1:



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian  
Sumber : Analisa Penulis, 2009



**Gambar 2.** Bioreactor landfill  
Sumber :Dokumen Penulis, 2009

**Pengkondisian Reaktor**

**Tabel 1.** Perlakuan Terhadap Reaktor yang digunakan

| Sampah             | Reaktor | Berat Sampah (Kg) | Massa Jenis Sampah (gr/mL) | Volume Sampah (Liter) | Perlakuan          |             |
|--------------------|---------|-------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
|                    |         |                   |                            |                       | Volume air (Liter) | Resirkulasi |
| Sampah Segar       | R1      | 10                | 0,540                      | 14,72                 | 2,1                | Tidak       |
|                    | R2      |                   |                            |                       |                    | 2,4         |
| Sampah 3 - 4 Bulan | R3      | 12                | 0,683                      | 14,72                 | 2,1                | Tidak       |
|                    | R4      |                   |                            |                       |                    | 2,2         |

Sumber : Analisa Penulis, 2009

Keterangan :

R<sub>1</sub> = Reaktor sampah segar kontrol

R<sub>3</sub> = Reaktor sampah umur 3-4 bulan tanpa resirkulasi lindi

R<sub>2</sub> = Reaktor sampah segardengan resirkulasi lindi

R<sub>4</sub> = Reaktor sampah umur 3-4 bulan dengan resirkulasi lindi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Pendahuluan**

1. Sampah Organik

Hasil uji pendahuluan sampah organik dari sampah segar dan sampah umur 3-4 bulan yaitu :

**Tabel 2.** Hasil Uji Pendahuluan Sampah Organik

| No. | Parameter   | Satuan | Sampah Segar | Sampah Umur 3-4 Bulan |
|-----|-------------|--------|--------------|-----------------------|
| 1   | C           | %      | 33.765       | 27.540                |
| 2   | N           | %      | 0.511        | 0.575                 |
| 3   | Massa Jenis | gr/ml  | 0.540        | 0.683                 |
| 4   | Kadar Air   | %      | 24.660       | 16.885                |

Sumber : Analisa Penulis, 2009

**Analisa Hasil Penelitian Produksi Gas Metan**

a. Parameter pH Lindi

Pengukuran pH lindi dilakukan pada semua reaktor yang tersaji dalam Tabel 3 berikut :

**Tabel 3.** Nilai pH pada Masing-masing Reaktor

| HRT | pH             |                |                |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     | R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> | R <sub>3</sub> | R <sub>4</sub> |
| 1   | 5,25           | 5,25           | 5,7            | 5,73           |
| 4   | 5,10           | 5,1            | 5,6            | 5,63           |
| 7   | 5,07           | 5,06           | 5,47           | 5,57           |
| 10  | 5,15           | 5,27           | 5,55           | 5,85           |
| HRT | pH             |                |                |                |
|     | R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> | R <sub>3</sub> | R <sub>4</sub> |
| 13  | 5,20           | 5,73           | 5,5            | 6,21           |

|    |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
| 16 | 5,27 | 6,23 | 5,71 | 6,32 |
| 19 | 5,43 | 6,37 | 6,01 | 6,66 |
| 22 | 5,52 | 6,73 | 6,16 | 6,8  |
| 25 | 6,35 | 6,93 | 6,51 | 6,9  |
| 28 | 6,37 | 7,19 | 6,63 | 7,14 |
| 31 | 6,83 | 7,27 | 6,72 | 7,22 |
| 34 | 7,02 | 7,35 | 6,88 | 7,57 |
| 37 | 7,16 | 7,39 | 7,14 | 7,59 |
| 40 | 7,26 | 7,41 | 7,28 | 7,69 |
| 43 | 7,31 | 7,46 | 7,43 | 7,76 |

Sumber: Analisa Penulis, 2009

Pada awalnya nilai pH mengalami penurunan tetapi mengalami kenaikan kembali. Penurunan pH ini dikarenakan pada awal penguraian material organik akibat terbentuknya asam asetat dan hidrogen. Pada

awal proses degradasi sampah ada kecenderungan terjadi penurunan pH karena pada awal proses terjadi degradasi bahan-bahan organik.

Hal ini mengindikasikan bahwa pada HRT tersebut pada masing-masing reaktor aktivitas bakteri metan mulai mencapai fase optimum dalam pembentukan gas metan. Kisaran pH optimum dalam proses anaerob untuk menghasilkan gas metan kisaran nilai pH 6,8 sampai 7.

b. Parameter Temperatur

**Tabel 4.** Nilai Temperatur pada Masing-masing Reaktor

| HRT | Temperatur (0) |                |                |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     | R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> | R <sub>3</sub> | R <sub>4</sub> |
| 1   | 23             | 23             | 23             | 23             |
| 4   | 23             | 23             | 24             | 24             |
| 7   | 23             | 24             | 24             | 24             |
| 10  | 23             | 25             | 25             | 26             |
| 13  | 24             | 27             | 27             | 28             |
| 16  | 24             | 29             | 30             | 28             |
| HRT | Temperatur (0) |                |                |                |
|     | R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> | R <sub>3</sub> | R <sub>4</sub> |
| 19  | 25             | 29             | 32             | 31             |

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| 22 | 25 | 31 | 34 | 33 |
| 25 | 25 | 32 | 35 | 37 |
| 28 | 27 | 33 | 36 | 38 |
| 31 | 27 | 34 | 37 | 39 |
| 34 | 28 | 34 | 38 | 39 |
| 37 | 28 | 35 | 38 | 41 |
| 40 | 30 | 37 | 39 | 41 |
| 43 | 30 | 37 | 39 | 41 |

Sumber : Analisa Penulis, 2009

Temperatur pada masing-masing reaktor tiap HRT nya mengalami peningkatan, kenaikan temperatur sampah pada reaktor yang mendapatkan perlakuan resirkulasi lindi lebih cepat hal ini karena kandungan yang terdapat dalam lindi dapat meningkatkan laju stabilitas

degradasi sampah sampah. Faktor temperatur memegang peranan yang menentukan. Suhu yang paling baik untuk berlangsungnya proses pembentukan biogas sekitar 32-37°C. Pada suhu dibawah 15°C, kecil kemungkinan terbentuknya biogas.

c. Volume Biogas Dan Gas Metan (CH<sub>4</sub>)

Berikut ini diketengahkan hasil pengukuran biogas dan gas metan pada R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub>.

**Tabel 5.** Volume Biogas dan Gas Metan (CH<sub>4</sub>) R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub>

| HRT                 | R <sub>1</sub>    |                   |                            | R <sub>2</sub>    |                   |                            |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
|                     | Volume Biogas (L) | % CH <sub>4</sub> | Volume CH <sub>4</sub> (L) | Volume Biogas (L) | % CH <sub>4</sub> | Volume CH <sub>4</sub> (L) |
| 1                   | 0                 | 0                 | 0                          | 0                 | 0                 | 0                          |
| 4                   | 0                 | 0                 | 0                          | 0                 | 0                 | 0                          |
| 7                   | 0,317             | 0                 | 0                          | 0,516             | 0                 | 0                          |
| 10                  | 0,678             | 0                 | 0                          | 0,925             | 1,34              | 0,012                      |
| 13                  | 0,973             | 0                 | 0                          | 1,577             | 2,96              | 0,047                      |
| 16                  | 1,263             | 0                 | 0                          | 1,685             | 5,01              | 0,084                      |
| 19                  | 1,410             | 0                 | 0                          | 2,038             | 7,54              | 0,154                      |
| 22                  | 1,957             | 0                 | 0                          | 3,193             | 9,13              | 0,292                      |
| 25                  | 1,816             | 0                 | 0                          | 2,482             | 10,27             | 0,255                      |
| 28                  | 1,843             | 0                 | 0                          | 2,407             | 9,76              | 0,235                      |
| 31                  | 1,732             | 0                 | 0                          | 2,007             | 9,21              | 0,185                      |
| 34                  | 1,623             | 0                 | 0                          | 1,567             | 9,15              | 0,143                      |
| 37                  | 1,467             | 0                 | 0                          | 1,525             | 8,17              | 0,125                      |
| 40                  | 1,225             | 0                 | 0                          | 1,308             | 7,48              | 0,098                      |
| 43                  | 0,991             | 0                 | 0                          | 1,297             | 6,81              | 0,088                      |
| Kumulatif (L)       | 17,295            | 0                 | 0                          | 22,527            |                   | 1,717                      |
| Rata-rata (L/hari)  | 0,402             | 0                 | 0                          | 0,524             |                   | 0,040                      |
| L/kg BK Sampah/hari | 0,053             | 0                 | 0                          | 0,070             |                   | 0,005                      |

Sumber : Analisa Penulis, 2009

Keterangan Tabel :   = nilai puncak

**Tabel 6.** Volume Biogas dan Gas Metan (CH<sub>4</sub>) R<sub>3</sub> dan R<sub>4</sub>

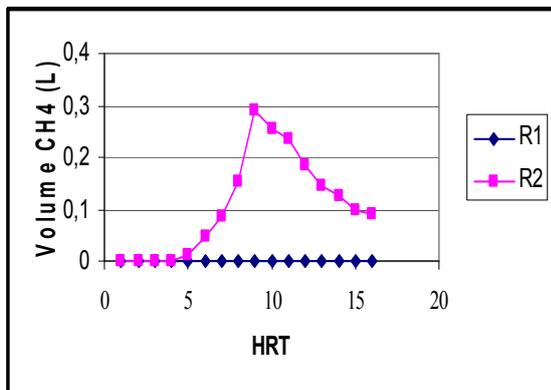
| HRT                 | R <sub>3</sub>    |                   |                            | R <sub>4</sub>    |                   |                            |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
|                     | Volume Biogas (L) | % CH <sub>4</sub> | Volume CH <sub>4</sub> (L) | Volume Biogas (L) | % CH <sub>4</sub> | Volume CH <sub>4</sub> (L) |
| 1                   | 0                 | 0                 | 0                          | 0                 | 0                 | 0                          |
| 4                   | 1,425             | 0                 | 0                          | 2,367             | 0                 | 0                          |
| 7                   | 2,388             | 7,09              | 0,169                      | 3,223             | 5,09              | 0,164                      |
| 10                  | 2,905             | 15,11             | 0,439                      | 4,531             | 15,28             | 0,692                      |
| 13                  | 3,203             | 27,55             | 0,882                      | 5,113             | 27,76             | 1,419                      |
| 16                  | 4,152             | 29,28             | 1,216                      | 5,723             | 30,88             | 1,767                      |
| 19                  | 4,613             | 35,07             | 1,618                      | 5,937             | 35,97             | 2,136                      |
| 22                  | 4,806             | 39,41             | 1,894                      | 6,667             | 36,81             | 2,454                      |
| 25                  | 5,085             | 47,04             | 2,392                      | 7,781             | 38,71             | 3,012                      |
| 28                  | 4,169             | 53,06             | 2,212                      | 7,687             | 39,49             | 3,036                      |
| 31                  | 3,617             | 49,11             | 1,776                      | 8,903             | 47,40             | 4,220                      |
| 34                  | 3,412             | 41,05             | 1,401                      | 9,913             | 52,41             | 5,195                      |
| 37                  | 3,116             | 40,75             | 1,270                      | 8,133             | 59,65             | 4,851                      |
| 40                  | 2,742             | 37,87             | 1,038                      | 7,667             | 45,18             | 3,464                      |
| 43                  | 1,967             | 35,53             | 0,699                      | 7,113             | 37,87             | 2,694                      |
| Kumulatif (L)       | 47,600            |                   | 17,006                     | 90,758            |                   | 35,105                     |
| Rata-rata (L/hari)  | 1,107             |                   | 0,395                      | 2,111             |                   | 0,816                      |
| L/kg BK Sampah/hari | 0,111             |                   | 0,0397                     | 0,212             |                   | 0,082                      |

Sumber : Analisa Penulis, 2009

Keterangan Tabel :   = nilai puncak

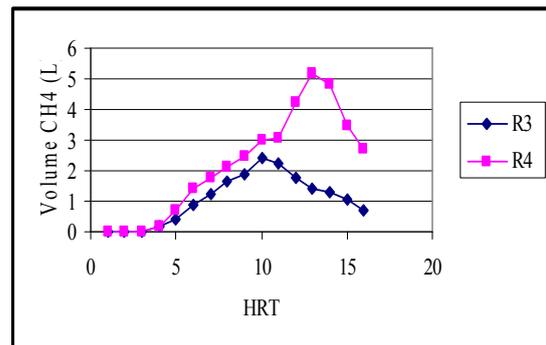
**Pengaruh Resirkulasi Lindi Terhadap Produksi Gas Metan (CH<sub>4</sub>)**

Dari hasil penelitian, maka didapat grafik perbandingan pengaruh resirkulasi lindi terhadap produksi gas metan (CH<sub>4</sub>) pada masing-masing reaktor.



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Pengaruh Presipitasi Terhadap Produksi Gas Metan (CH<sub>4</sub>) pada Reaktor Sampah Segar R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub>

Dari gambar diatas terlihat bahwa volume gas metan antara reaktor yang diberi perlakuan resirkulasi lindi dan tidak, sangat signifikan. Produksi gas metan puncak untuk tiap reaktor pun berbeda tiap HRT nya, R<sub>2</sub> berada pada HRT ke-22 dengan volume 0,292 liter CH<sub>4</sub>,



**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Pengaruh Presipitasi Terhadap Produksi Gas Metan (CH<sub>4</sub>) pada Reaktor Sampah Segar R<sub>3</sub> dan R<sub>4</sub>

Produksi gas metan puncak untuk tiap reaktor pun berbeda tiap HRT nya, R<sub>3</sub> berada HRT ke-25 dengan volume 2,392 liter CH<sub>4</sub>, R<sub>4</sub> berada pada HRT ke-34 dengan volume 5,195 liter CH<sub>4</sub>. Untuk reaktor R<sub>1</sub> tidak dihasilkan gas metan hingga akhir penelitian hal tersebut diakibatkan banyak faktor, jika dilihat dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan dari parameter yang di ukur, gas metan tidak diproduksi dikarenakan suhu dari reaktor R<sub>1</sub> sangat rendah sehingga bakteri metan tidak dapat tumbuh dan tidak memproduksi gas metan. Sehingga tidak dimungkinkannya bakteri metan tumbuh sehingga tidak diproduksi gas metan. Nilai pH bukan indikator utama terbentuknya gas CH<sub>4</sub>, kemungkinan

tidak terbentuknya gas CH<sub>4</sub> pada reaktor sampah segar karena kondisi lingkungan toksik dimana konsentrasi N<sub>2</sub> cukup besar. Peningkatan konsentrasi N<sub>2</sub> cukup tinggi yaitu 16% volume total gas tidak memungkinkan terbentuknya gas CH<sub>4</sub> dan menunjukkan bahwa dalam reaktor telah terbentuk gas amonia (NH<sub>3</sub>), pH juga dapat dijadikan indikasi terbentuknya amonia sehingga dapat memberikan efek toksik terhadap bakteri pembentuk gas CH<sub>4</sub>.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan, yaitu:

- Pada penelitian ini, perlakuan resirkulasi lindi dapat meningkatkan produksi pembentukan biogas dan gas CH<sub>4</sub> dalam bioreaktor *landfill*. Yaitu pada R<sub>2</sub> reaktor sampah segar dan R<sub>4</sub> reaktor sampah umur 3-4 bulan.
- Pada penelitian ini nilai pH bukan indikator utama terbentuknya gas metan (CH<sub>4</sub>).
- Produksi gas metan (CH<sub>4</sub>) puncak untuk tiap reaktor pun berbeda tiap HRT nya, R<sub>2</sub> berada pada HRT ke-22 dengan volume 0,292 liter CH<sub>4</sub>, R<sub>3</sub> berada HRT ke-25 dengan volume 2,392 liter CH<sub>4</sub>, R<sub>4</sub> berada pada HRT ke-34 dengan volume 5,195 liter CH<sub>4</sub>. Sedangkan untuk R<sub>1</sub> tidak dihasilkan gas hingga akhir penelitian
- Tidak terbentuk gas metan (CH<sub>4</sub>) pada R<sub>1</sub> dikarenakan suhu dari reaktor tersebut terlalu rendah

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh resirkulasi lindi terhadap potensi produksi gas metan (CH<sub>4</sub>) saran yang dapat diberikan antara lain :

- Pada penelitian seperti ini kondisi anerobik didalam dan kondisi diluar reaktor harus tetap terjaga, terutama temperaturnya sehingga proses dapat berjalan dengan optimal.
- Diperlukan penelitian dengan variasi yang lebih detail sehingga hasil penelitian lebih akurat. Misalnya pengecekan COD, BOD, Alkalinitas.
- Diperlukan penelitian dengan variasi perlakuan dan kondisi reaktor yang lebih variatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Bioreactors. *Bioreactor Workshop*.  
<http://www.epa.gov/epaoswer/nonhw/muncpl/landfill/bioreactors.htm> 10 Agustus 2009 pk.13.00 WIB
- Anonim. 2004. The Bioreactor Landfill. *Waste Management Bioreactor Program*.  
[http://www.wm.com/WM/environmental/Bioreactor/bioreactor\\_brochure.pdf](http://www.wm.com/WM/environmental/Bioreactor/bioreactor_brochure.pdf). 10 Agustus 2009 pk.14.00 WIB
- Anonim.2008. *Oxygen Demanding Waste*.<http://pencemaran.files.wordpress.com/2008/09/oxygen-demanding-waste.ppt>. 10 Agustus 2009 pk.13.00 WIB
- Karthikeyan, Obuli P dan Joseph, Kurian. 2006 Bioreactor Landfills For Sustainable Solid Waste Management.  
<http://pencemaran.files.wordpress.com/2008/09/oxygen-demanding-waste.ppt>. 10 Agustus 2009 pk.14.00 WIB
- Borglin, S.; Hazen, T.C.; Oldenburg, C.M.; Zawlanski, P.T. 2004. Comparison of Aerobic and Anaerobic Biotreatment of Municipal Solid Waste. *Journal of the Air and Waste Management Association*. Vol 54. Hal 815-822.  
<http://www.awma.org/journal/pdfs/2004/7/borglin.pdf>. 10 Agustus 2009 pk.14.00 WIB.
- Darmasetiawan, Martin. 2004. *Sampah dan Sistem Pengelolaannya*. Ekamitra Engineering. Jakarta
- Harsanto, Cahyo, 2008. Pengaruh Pencampuran Lumpur Tinja Pada Sampah Organik.UNDIP
- Hudgins, M. & Harper, S. (1999). Operational of Two Aerobic Landfill Systems. Proc. The Sevent International Waste Management and Landfill Symposium.  
<http://www.epa.gov/projectx/buncome/aerobic.pdf>. 10 Agustus 2009 pk .15.00 WIB
- Indira. 2002. " Laju Produksi CH<sub>4</sub> Dari Degradasi Sampah Kota Secara Anaerob Dengan Variasi Temperatur". ITB. 10 Agustus 2009. pk 15.00 WIB
- Jimmy Tenderson Silalahi. 2003 " *Pengaruh Resirkulasi Lindi, Pencampuran Lumpur Tangki Septik Dalam Sampah Dan Umur Sampah Terhadap Laju Produksi CH<sub>4</sub> Pada Degradasi Sampah Kota Secara Anaerob*". ITB. 10 Agustus 2009. pk 15.00 WIB