

STUDI KELAYAKAN PEMANFAATAN LIMBAH ORGANIK DARI RUMAH MAKAN SEBAGAI PRODUKSI ENERGI DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR BIOGAS SKALA RUMAH TANGGA

Mario Chris Reynaldi*), Sudarno**), Irawan Wisnu Wardhana**)

Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
email: mario.chris05@gmail.com

Abstrak

Sampah sisa makanan adalah sumber energi yang dapat dioptimalkan sebagai energi alternatif berupa biogas. Penelitian mengenai biogas pada skala laboratorium sudah banyak dilakukan, tetapi penelitian pada skala rumah tangga masih sedikit dilakukan. Penelitian menggunakan satu buah reaktor dengan volume 225 L untuk sistem semi kontinyu dan 4 buah reaktor dengan volume 19 L untuk sistem batch dengan perbedaan variasi pencacahan. Setiap reaktor diisi dengan inokulum kotoran sapi dan kemudian diberikan feeding. Terdapat 2 tahapan penelitian, tahap pertama menggunakan feeding artificial dan tahap kedua menggunakan feeding sampah sisa makanan dengan parameter yang diukur adalah volume biogas dan kandungan COD.

Pada penelitian tahap pertama rata - rata volume biogas yang dihasilkan dari sistem semi kontinyu sebesar 2,41 L/hari dan penurunan COD sebesar 76,4%. Untuk sistem batch tahap pertama rata - rata produksi biogas tertinggi ada pada reaktor dengan feeding yang dihaluskan yaitu sebesar 0,56 L/hari dan penurunan COD tertinggi ada pada reaktor tanpa penambahan feeding yaitu sebesar 80,4%. Pada penelitian tahap kedua rata - rata volume biogas yang dihasilkan dari sistem semi kontinyu sebesar 3,7 L/hari dan penurunan kandungan COD sebesar 77,8%. Untuk sistem batch pada tahap kedua rata - rata produksi biogas dan penurunan COD tertinggi ada pada reaktor dengan feeding yang dihaluskan sebesar 1,17 L/hari dan penurunan COD sebesar 83,5%. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa reaktor skala rumah tangga dapat menghasilkan biogas dengan feeding sampah sisa makanan dan mampu menurunkan kandungan COD. Untuk reaktor sistem batch dapat diketahui bahwa feeding yang telah dihaluskan dapat menghasilkan biogas yang lebih optimal.

Kata kunci: *Biogas, Sampah sisa makanan, Reaktor skala rumah tangga*

Abstract

[STUDY ON ORGANIC WASTE UTILIZATION FROM KITCHEN AS BIOGAS PRODUCTION USING HOUSEHOLD SCALE REACTOR].

Kitchen waste is an energy source that can be optimized as an alternative energy as biogas. Biogas research on a laboratory scale has been done, but research at household level is still a bit to do. This study used 1 reactor with 225 L volume for semi-continuous system and 4 reactors with 19 L volume for batch systems with different mashed variation. Each reactor filled with cow dung as inoculum and then given feed. This research had two stages, the first stage using artificial feeding and the second stage using kitchen waste. Measured parameter is the volume of biogas and COD content.

At first stage average of biogas volume produced from semi-continuous system was 2.41 L/day and 76.4% COD reduction. For the batch system the highest average biogas production was in the reactor with mashed feeding as 0.56 L/day and COD reduction was highest in the reactor without feeding addition as 80.4%. In the second phase average volume of biogas from semi-continuous system was 3.7 L/day and COD decreased by 77.8%. For batch system in the second phase the highest average production of biogas and COD reduction was in the reactor with mashed feeding as 1.17 L/day and 83.5% COD reduction. We can concluded that household scale reactor can produced biogas from kitchen waste and were able to reduce COD content. For a batch system reactor can be concluded that mashed feeding can produced biogas a more optimal.

Keyword : *Biogas, kitchen waste, household scale reactor*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Saat ini sumber energi tersedia sangat banyak dan tersebar di mana - mana, akan tetapi pemanfaatannya selama ini masih belum optimal bahkan di daerah yang memiliki potensi sumber energi sering terjadi masalah tentang kekurangan energi. Ada banyak sumber energi yang tersedia, di antaranya adalah kayu, angin, air, matahari, bahan fosil dan kotoran ternak. Hampir semua bahan - bahan tersebut tersedia di Indonesia tetapi baru sebagian sumber energi tersebut dimanfaatkan secara optimal. Salah satu sumber energi yang dapat dioptimalkan tersebut adalah

sumber energi alternatif yang dapat diperbarui (*renewable*) seperti biogas.

Pemanfaatan energi dalam bentuk biogas merupakan salah satu alternatif penggunaan energi terbarukan (*renewable*) yang ramah lingkungan. Biogas terbentuk dari degradasi materi organik secara anaerobik dan menghasilkan energi yang kaya akan metan. Teknologi biogas sangat sederhana sehingga dapat dibuat dan dimanfaatkan oleh siapa saja dan di mana saja. Di samping sederhana, cara pembuatannya pun tidak sulit, serta bahan bakunya banyak tersedia di mana - mana.

Salah satu bahan baku biogas adalah sampah organik. Sebagian besar

sampah organik dapat diproses menjadi gas bio kecuali lignin. Digester anaerobik dapat menggunakan bahan organik dalam jumlah yang besar sebagai bahan masukan, seperti kotoran manusia, sisa - sisa tanaman, sisa proses makanan dan sampah lainnya atau dapat mencampurkan dari satu atau lebih dari bahan - bahan tersebut.

Aktifitas masyarakat yang terpusat, dalam hal ini misalnya budaya makan di warung atau rumah makan, akan mempermudah pengumpulan sampah organik yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas. Hal ini terjadi pada daerah Tembalang, dimana sebagian penghuninya adalah mahasiswa yang tinggal di rumah kost yang lebih senang untuk makan di warung atau restoran, dibandingkan dengan memasak makanan sendiri. Selain itu di kampus Undip Semarang terdapat banyak kantin yang ramai dikunjungi oleh mahasiswa. Hal ini akan semakin mempermudah pengumpulan sampah organik.

Penelitian mengenai biogas sebenarnya sudah banyak dilakukan, tetapi hanya sebatas penelitian pada skala laboratorium, sedangkan penelitian pada skala rumah tangga masih sedikit dilakukan. Oleh sebab itu diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi untuk aplikasi pemakaian biogas skala rumah tangga.

TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan teknologi pembuatan biogas dalam skala rumah tangga dengan memanfaatkan limbah organik dari aktifitas rumah makan.

Tujuan spesifik dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui potensi produksi biogas dan penurunan kandungan COD pada reaktor dengan menggunakan *feeding* limbah *artificial* dan sampah sisa rumah makan, pengaruh pencacahan *feeding* terhadap produksi biogas dan penyisihan COD.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di lingkungan Kampus Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP. Sampah sisa makanan diambil dari Kantin Teknik Elektro Fakultas Teknik UNDIP dikumpulkan untuk dilakukan penimbangan dan penyimpanan sementara, setelah itu limbah dihaluskan untuk mempermudah proses homogenisasi sebelum dimasukkan ke dalam reaktor biogas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pengumpulan Limbah

Sampah sisa makanan yang digunakan dalam penelitian biogas diambil dari Kantin Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang. Sampah sisa makanan tersebut terdiri dari sisa nasi, sayuran, lauk dan buah - buahan seperti pisang.

Dalam penelitian ini sampah yang digunakan adalah sebanyak 2 kg untuk setiap reaktor. Sampah tersebut kemudian akan dicampurkan dengan feses sapi sebagai aktivator. Sebelum penelitian dimulai, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap karakteristik awal sampah yang digunakan. Analisa karakteristik sampah meliputi pengukuran temperatur, pH dan

kandungan COD. Karakteristik awal sampah sisa makanan dianalisis di Laboratorium Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

Penambahan *Inokulum* dari Kotoran Sapi

Selain menggunakan sampah sisa makanan, penelitian ini juga membutuhkan *inokulum* dari kotoran sapi untuk mempercepat proses pertumbuhan bakteri dalam reaktor. Kotoran sapi tersebut dimasukkan ke dalam reaktor sebanyak 70% dari volume reaktor.

Variasi Perlakuan pada Limbah

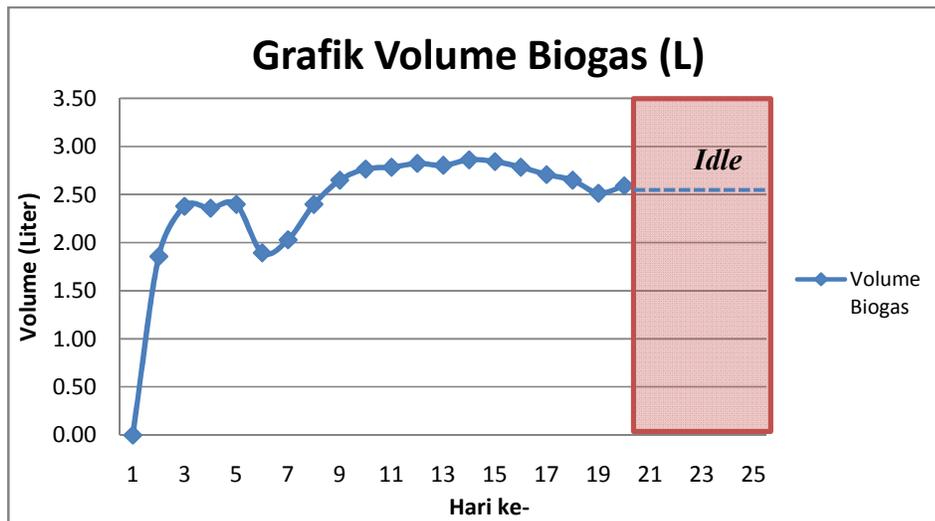
Pada penelitian ini, dilakukan beberapa variasi perlakuan. Variasi perlakuan pertama adalah penggunaan limbah *artificial* dan limbah sisa makanan sebagai *feeding* pada reaktor. Penggunaan limbah *artificial* bertujuan untuk mengetahui potensi produksi

biogas pada reaktor dengan menggunakan *feeding* yang karakteristiknya dapat terkontrol.

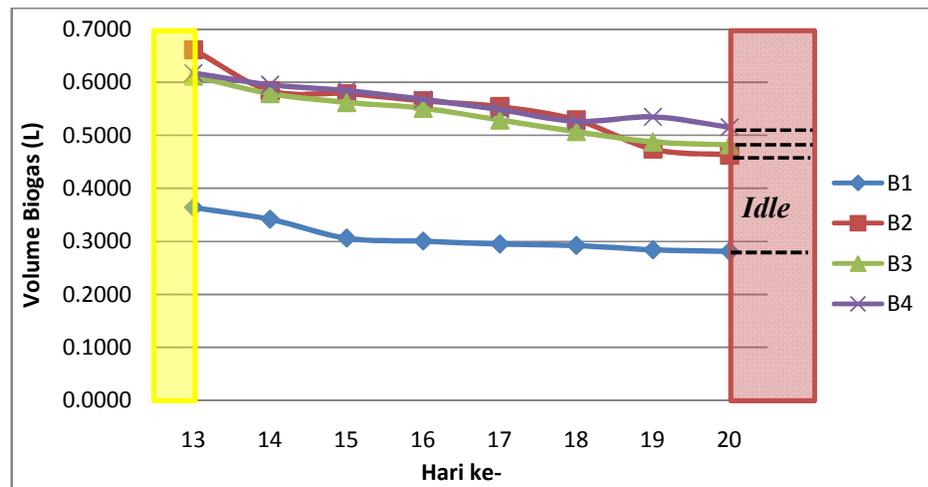
Selain melakukan variasi dengan jenis *feeding*, penelitian ini juga menambahkan variasi dengan melakukan tiga macam perlakuan pada limbah. Perlakuan pertama adalah dengan tidak melakukan pencacahan, perlakuan kedua adalah dengan melakukan pencacahan kasar, dan perlakuan ketiga adalah dengan melakukan blender. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan ketiganya terhadap besarnya volume gas yang dihasilkan.

Data Hasil Percobaan

Pengujian potensi biogas pada tahap pertama dilakukan dengan menggunakan sampel *artificial*. Hasil Pengujian potensi biogas dengan limbah *artificial* adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Volume Biogas dengan sistem semi kontinyu

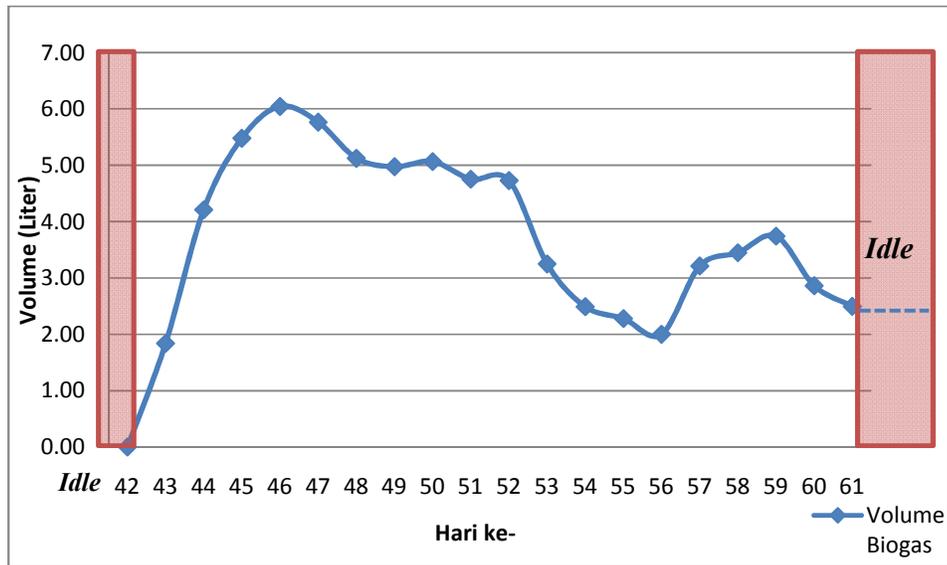


Gambar 2. Grafik Volume Biogas dengan Variasi Pencacahan *Feeding* pada Reaktor *Batch*

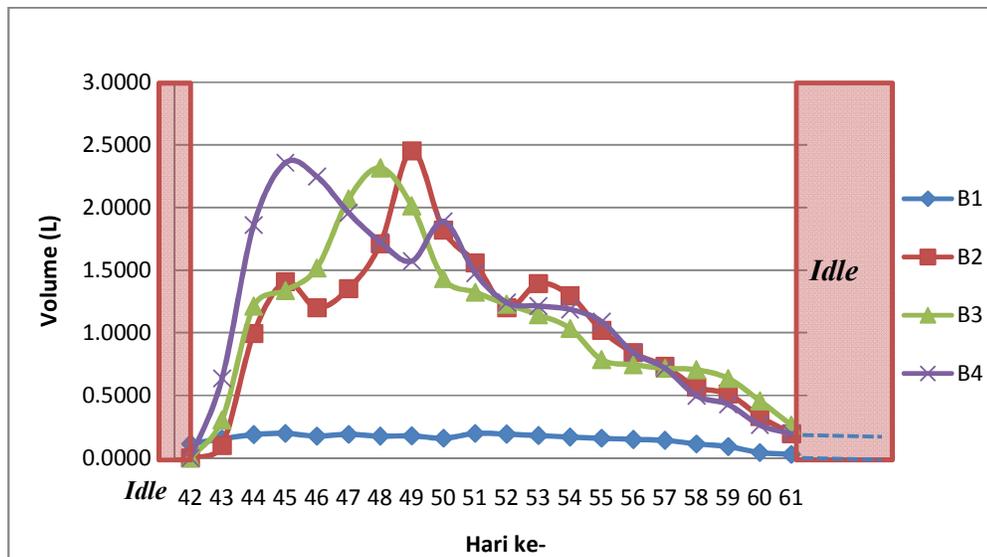
Dari gambar 1 di atas dapat dilihat pola produksi biogas dengan *feeding* limbah buatan pada reaktor semi kontinyu. Pengamatan dilakukan selama 20 hari. Rata - rata produksi biogas yang dihasilkan adalah sebesar 2,41 liter. Produksi biogas tertinggi ada pada hari ke-14 yaitu sebesar 2,86 liter. Pada gambar 2 dapat dilihat pola produksi biogas menggunakan *feeding* limbah buatan yang diberi perlakuan perbedaan pencacahan dengan sistem *batch*. Pengamatan dilakukan selama 8 hari pengujian pada awalnya dimulai bersamaan dengan sistem kontinyu pada reaktor 225 liter akan tetapi terjadi kerusakan pada manometer U sehingga data pengamatan dapat diukur pada hari

ke-13. Rata - rata produksi gas yang dihasilkan oleh setiap reaktor adalah sebesar 0,308 L untuk reaktor 1, 0,5513 L untuk reaktor 2, 0,5389 L untuk reaktor 3 dan 0,5613 untuk reaktor 4. Volume produksi gas yang terbaca cukup sedikit hal ini dikarenakan pembacaan beda tinggi dengan manometer U baru bisa dilakukan pada hari ke-13 sejak memasukkan *feeding*. Oleh karena itu gas yang diproduksi sudah mulai berkurang.

Pengujian potensi biogas pada tahap kedua dilakukan dengan menggunakan sampel sisa makanan sebagai *feeding*. Hasil Pengujian potensi biogas dengan sampah sisa makanan adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Volume Biogas dengan sistem semi kontinyu



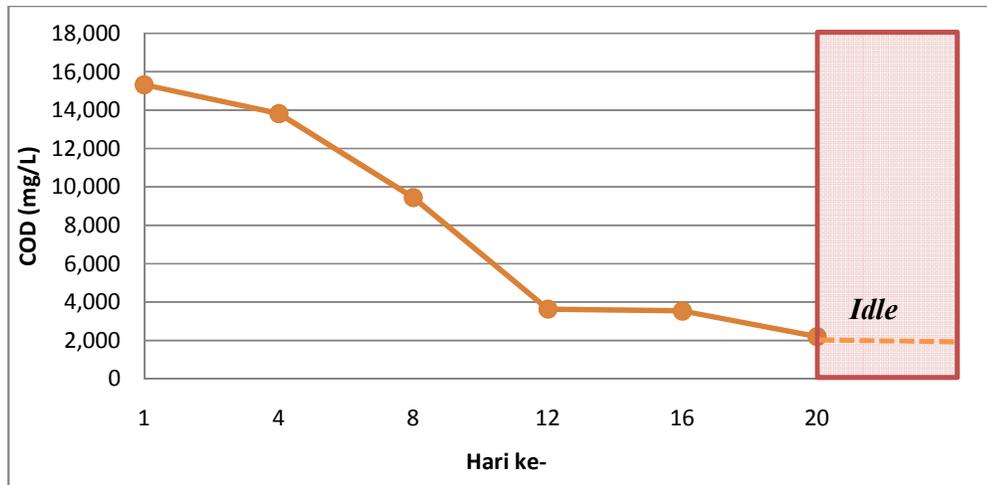
Gambar 4. Grafik Volume Biogas dengan Variasi Pencacahan Feeding pada Reaktor Batch

Dari gambar 3 dapat dilihat pola produksi biogas dengan *feeding* sampah organik dari rumah makan pada reaktor semi kontinyu. Rata - rata produksi biogas yang dihasilkan adalah sebesar 3,7 liter. Produksi biogas tertinggi ada

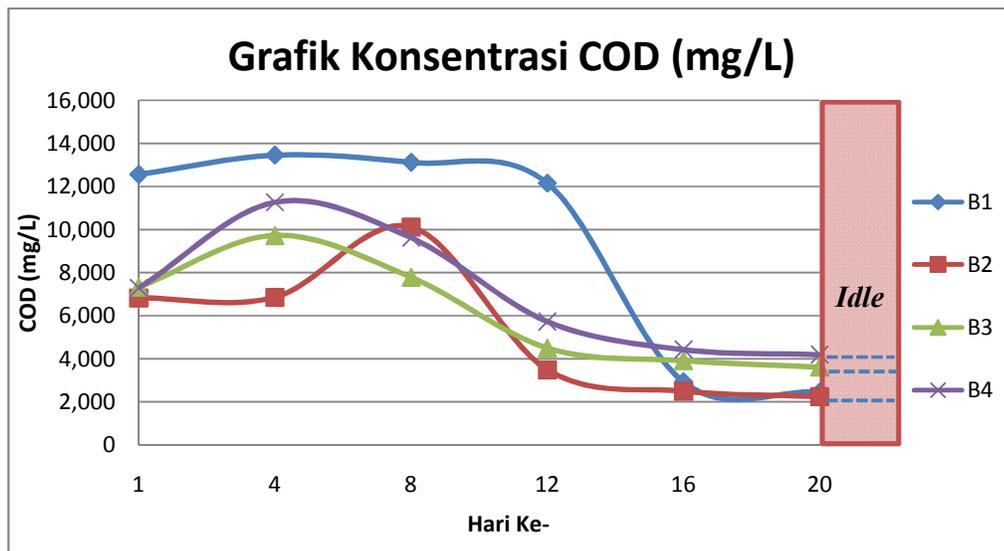
pada hari ke-5 yaitu sebesar 6,05 liter Sedangkan produksi biogas terendah ada pada hari ke-15 yaitu sebesar 2 liter. Pada gambar 4 dapat dilihat pola produksi produksi biogas menggunakan *feeding* sampah sisa makanan dengan

sistem *batch*. Pengamatan dilakukan selama 20 hari. Rata - rata produksi gas yang dihasilkan oleh setiap reaktor adalah sebesar 0,1476 L untuk reaktor 1, 1,0331 L untuk reaktor 2, 1,0612 L untuk reaktor 3 dan 1,1687 untuk reaktor 4. Produksi biogas tertinggi dihasilkan oleh reaktor 2 sebesar 2,4533 L.

Selain pengujian pada produksi biogas penelitian ini juga melakukan pengujian penurunan kandungan COD pada reaktor. Hasil pengujian penurunan COD pada reaktor dengan *feeding* limbah *artificial* adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik konsentrasi COD dengan sistem semi kontinyu

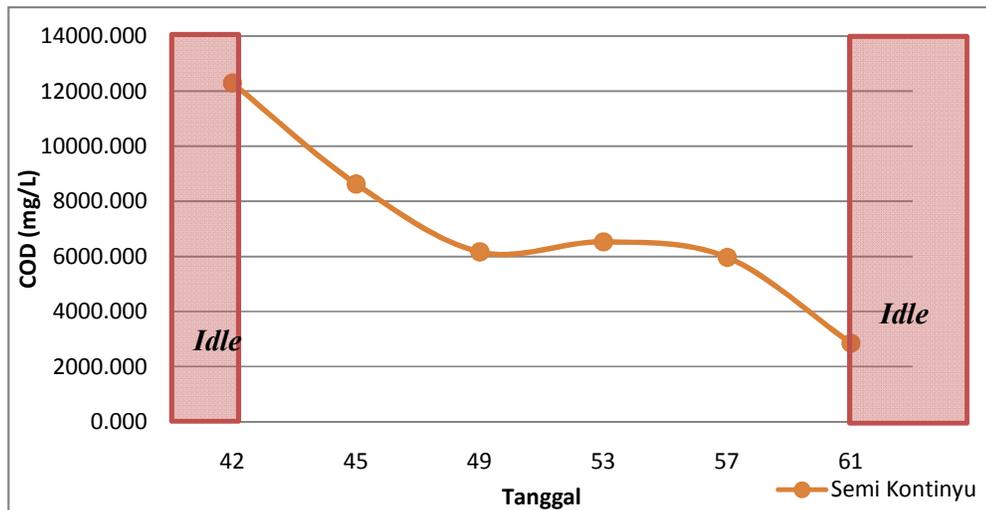


Gambar 6. Grafik Konsentrasi COD dengan Variasi Pencacahan *Feeding* pada Reaktor *Batch*

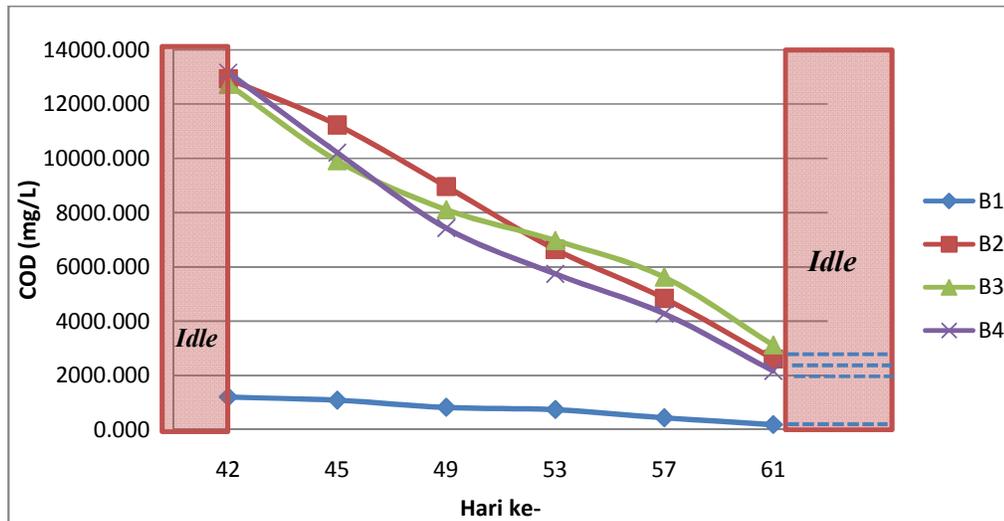
Berdasarkan gambar 5 diketahui pola fluktuasi konsentrasi COD pada reaktor semi kontinyu dengan *feeding* limbah *artificial*. Kandungan COD terus mengalami penurunan selama 20 hari pengamatan sampai menjadi 2.194,33 mg/L. Penurunan COD pada 14 hari pertama cukup signifikan dimana kandungan COD turun sebesar 76,4% setelah itu penurunan kandungan COD menjadi tidak terlalu besar sampai pada hari terakhir pengamatan. Berdasarkan gambar 6 diketahui pola fluktuasi konsentrasi COD pada empat buah

reaktor dengan sistem *batch*. Pola penurunan kandungan COD dari keempat reaktor tidak terlalu berbeda jauh. Pada reaktor sistem *batch* terjadi kenaikan konsentrasi COD pada awal pengamatan kemudian konsentrasi COD mengalami penurunan sampai hari terakhir.

Pengujian penurunan kandungan COD juga dilakukan dengan *feeding* sampah sisa makanan. Hasil pengujian penurunan COD pada reaktor dengan *feeding* sampah sisa makanan adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik konsentrasi COD dengan sistem semi kontinyu



Gambar 8. Grafik Konsentrasi COD dengan Variasi Pencacahan *Feeding* pada Reaktor *Batch*

Berdasarkan gambar 7 dapat diketahui grafik konsentrasi kandungan COD pada reaktor semi kontinyu dengan *feeding* sampah sisa makanan. Kandungan COD reaktor semi kontinyu pada hari pertama adalah sebesar 12.294,333 mg/L kemudian kandungan COD terus mengalami penurunan sampai pada hari pengamatan terakhir. Sedangkan pada reaktor *batch* dengan variasi pencacahan *feeding* konsentrasi COD pada keempat reaktor terus mengalami penurunan setiap harinya. Konsentrasi COD pada reaktor 1 lebih rendah apabila dibandingkan dengan reaktor yang lain, hal ini dikarenakan pada reaktor satu tidak dilakukan penambahan *feeding* dari sampah sisa makanan. Sedangkan konsentrasi pada reaktor dua, tiga dan empat cukup tinggi dikarenakan adanya penambahan *feeding* sampah sisa makanan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata - rata laju pembentukan biogas dengan menggunakan *feeding artificial* pada reaktor sistem semi kontinyu adalah sebesar 2,41 liter. Penyisihan kandungan COD dengan limbah *artificial* pada reaktor semi kontinyu sebesar 76,4%.
2. Rata - rata laju pembentukan biogas dengan menggunakan *feeding* sampah sisa makanan pada reaktor sistem semi adalah sebesar 3,7 liter. Penyisihan kandungan COD dengan limbah *artificial* pada reaktor semi kontinyu sebesar 77,8%.
3. Pada reaktor sistem *batch* dengan limbah *artificial* laju produksi tertinggi adalah pada reaktor 4 dimana rata - rata produksinya

adalah sebesar 0,56 liter. Penyisihan kandungan COD pada reaktor *batch* dengan limbah *artificial* tertinggi ada pada reaktor 1 yaitu sebesar 80,4%.

4. Pada reaktor sistem *batch* dengan *feeding* sampah sisa makanan laju produksi tertinggi adalah pada reaktor 4 dimana rata - rata produksinya adalah sebesar 1,17 liter. Penyisihan kandungan COD pada reaktor *batch* dengan *feeding* sampah sisa makanan tertinggi ada pada reaktor 4 yaitu sebesar 83,6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmasetiawan, Martin. 2004. *Daur Ulang dan Pembuatan Kompos*. Jakarta : Ekamitra Engineering.
- Indartono, Yuli Setyo. 2005. *Reaktor Biogas Skala Kecil dan Menengah*.
- <http://biogasppijepang.blogspot.com/2005/12/reaktor-biogas-skala-kecilmenengah.html> diakses tanggal 22 Januari 2015.
- Murtadho, Djuli dan Said, Gumbira. 1988. *Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Padat*. Jakarta : Mediyatama Sarana Prakasa
- Santoso, Budi H. 1999. *Pupuk Kompos*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius
- Tchobanoglous, George, Hillary Theisen dan Samuel Vigil. 1993. *Integrated Solid Waste Management (Engineering Principles and Management Issue)*, McGraw Hill Company Inc, Singapore.
- Zeeman, G. And Lens. P,N,L. 1995. *Biological Wastewater Treatment Part I: Anaerobic Wastewater Treatment*. Wageningen Universiteit. Wageningen.