

**PENGARUH HRT DAN KOSENTRASI TERHADAP PRODUKTIVITAS BIOGAS PADA
PENGOLAHAN AIR LIMBAH GREYWATER ARTIFICIAL MENGGUNAKAN REAKTOR UASB
(Studi Kasus : Perumahan BSB dan Pemukiman Gabahan Semarang)**

Muhyidin, Syafrudin, dan Sudarno
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik,
Universitas Diponegoro
Email: Muhyidin.rohman@gmail.com

ABSTRACT

The ever-increasing human activities that produce a lot of waste water. If this is not processed will result in a body of water pollution. So an effective treatment is needed and appropriate. Anaerobic treatment can reducing concentrations of wastewater and produce a final product in the form of biogas. The technology used is uasb. This technology has considerable efficiency and does not require extensive site. UASB technology has been spread all over the world and many are used for handling various kinds of waste. This research was conducted with variations of the HRT and concentration to see the productivity of biogas. Allowance of COD to the productivity of biogas on domestic wastewater treatment (grey water) at the optimum condition is obtained as follows: at high concentration with HRT Variation 4, 8, and 10 hours respectively allowance of COD (413.47 mg/l, 624.57 mg/l, and 700.15 mg/l) and volume of Biogas (30,74 ml, 58,89 ml, and 56,26 ml). At concentrations being high with variations of HRT 6 and 12 hours respectively allowance of COD (402,72 mg/l, and 590 mg/l) and a Volume of Biogas (46,93 ml and 27,85 ml) maximum conditions at high concentration with HRT 4 hours with the allowance of 413,47 mg/l COD and Biogas Volume 58,89 ml. The result is quite different from research by concentration of the cod more than 100,000 mg/l produce 4.59 l / day biogas.

Key words : biogas; UASB; COD; Waste Water

Pendahuluan

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restoran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Pengolahan secara anaerob yang banyak digunakan adalah *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) yang dikembangkan pada tahun 1970. Pengolahan menggunakan UASB dengan pertimbangan alat termasuk high-rate reactor dan efisiensinya tinggi yaitu 70-90%, lumpur yang dihasilkan sedikit, waktu tinggal hidrolik rendah, kebutuhan energi kecil, tidak memerlukan media, tidak memerlukan tempat yang luas dan teknologi telah teruji.

Potensi yang ada pada pengolahan secara anaerob yaitu menghasilkan biogas. Biogas merupakan bahan bakar alternatif yang dapat dimanfaatkan. Produksi biogas juga mulai dikembang pada skala industri seperti di Finlandia pada tahun 2000 ada 15 pabrik penghasil biogas dari limbah domestik maupun industri, pada tahun yang sama di Jerman berkembang 5 perusahaan biogas sejenis (Leinonen dan Kuittinen, 2001). Menurut Mulligan *et al.* (1993), untuk pembebanan 36,5

kg COD/m³/hari dapat menghasilkan gas sebesar 12,0 m³/m³/hari.

Biogas merupakan hasil akhir dari proses anaerobik dengan komponen utama CH₄ dan CO₂, H₂, N₂, dan gas lain seperti H₂S. Nilai kalor biogas lebih tinggi dibandingkan sumber energi lainnya, seperti batubara (586 K.cal/m³) ataupun uap air (302 K.cal/m³), tetapi lebih rendah dari gas alam yaitu 967 K.cal/m³. Setiap satu meter kubik biogas setara dengan setengah kilogram gas alam cair (liquid petroleum gases), atau setengah liter bensin atau setengah liter minyak diesel. Biogas sanggup membangkitkan tenaga listrik sebesar 1,25-1,50 kilo watt hour (kwh). Dengan potensi energy sebesar itu dapat menjadi alternatif bahan bakar tiap rumah apabila limbah greywater diolah secara komunal.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya penyisihan COD dan produktivitas biogas pada reaktor UASB skala laboratorium untuk mengolah air limbah domestik (*grey water*) dan menganalisa pengaruh penyisihan parameter COD terhadap besarnya Volume Biogas pada pengolahan air limbah domestik (*grey water*) menggunakan reaktor UASB; Serta bermanfaat untuk menambah pengetahuan tentang pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan reactor

UASB, mengetahui pengolahan dengan reactor UASB dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan air limbah domestic untuk menurunkan parameter COD sehingga dapat memenuhi baku mutu air limbah domestic. dan produktivitas biogas dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif.

METODE

Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah tahap mengkondisikan mikroorganisme agar dapat hidup dan melakukan adaptasi. Lumpur biomassa dibiasakan untuk menerima dan sedikit demi sedikit menguraikan bahan-bahan tersebut pada reaktor kontinyu terlebih dahulu. Tahap ini dilakukan selama 40 hari.

Pelaksanaan Penelitian (*Running*)

Setiap satu variasi dilakukan *running* selama 20 hari secara kontinyu. Satu siklus *running* memakan waktu 4-12 jam. Volume lumpur didesain sekitar 35% dari total volume reaktor UASB. Setelah *running* dan pengambilan sampel untuk satu variasi selesai, kemudian dilakukan pengambilan sampel.

Penentuan Variasi Konsentrasi

Tabel 1 Variasi Konsentrasi Limbah Artificial

No.	Rentang Konsentrasi	Massa Glucose (g/l)	Hasil COD
1.	Rendah	0.04	155
2.	Rendah-Sedang	0.92	560
3.	Sedang	1.53	840
4.	Sedang-Tinggi	2.14	1120
5.	Tinggi	2.75	1400

Penentuan Variasi HRT

Penentuan HRT berdasarkan penelitian terdahulu dipilih HRT 4 jam, 6 jam, 8 jam, 10 jam dan 12 jam.

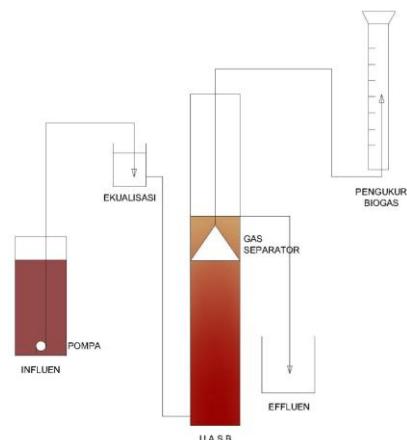
Persiapan Alat dan Bahan

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Limbah artificial dari limbah cair domestik Kelurahan Gabahan, Semarang.
 - b. Bahan-bahan kimia untuk pembuatan limbah artificial.
 - c. Lumpur tinja

2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - a. *Reaktor* berbentuk tabung
 - b. Bak penampung
 - c. Gelas ukur 10 mL
 - d. *Stopwatch*
 - e. Ember
 - f. Keran infus
 - g. Pipa PVC
 - h. Botol sampel
 - i. Tempat penampung gas yang dihasilkan dari proses anaerob di dalam reaktor.
 - j. Aquarium
 - k. DO meter
 - l. Termometer
 - m. Plastisin, lem alteco dan serat fiber
 - n. pH meter
 - o. Pompa
 - p. Gelas ukur (250 ml), untuk mengukur Volume Biogas.

Pembuatan Reaktor

Berikut adalah skema rangkaian reaktor UASB yang akan digunakan dalam penelitian ini:

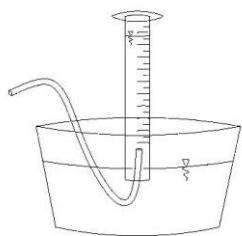


Gambar 1. Skema Rangkaian Reaktor UASB

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada ujung pipa efluen. Pada akhir proses anaerobik dilakukan pengambilan sampel *outlet* untuk COD. Sedangkan data penunjang lainnya seperti pH, dan temperatur pengambilan dilakukan pada saat limbah masuk dan pada saat limbah keluar. Untuk Volume Biogas diukur pada saluran yang dibuat pada tutup reactor dengan mengalirkan gas melalui air ke gelas ukur (250 ml). Untuk pengukuran COD dengan menggunakan SNI 06-6989.2-2004.

Pengukuran Biogas seperti pada gambar :



Gambar 2. Skema Pengukuran Volume Biogas

Analisis Data

Pada penelitian ini, analisa data dilakukan mulai dari tahap seeding sampai dengan tahap running. Analisis data meliputi analisis tentang pengaruh penurunan konsentrasi COD terhadap produktivitas Biogas, serta kondisi optimum reaktor berdasarkan pengamatan terhadap gambar yang terbentuk dari masing variasi HRT dan konsentrasi influen.

Perhitungan penurunan COD dengan rumus :

$$\text{COD removal} = (\text{Influent COD} - \text{Effluent COD})$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penyisihan COD dan Efisiensi Penyisihan Terhadap Produktivitas Biogas

Pengaruh Penyisihan COD dan Efisiensi Penyisihan Terhadap Produktivitas Biogas Pada Konsentrasi Tinggi

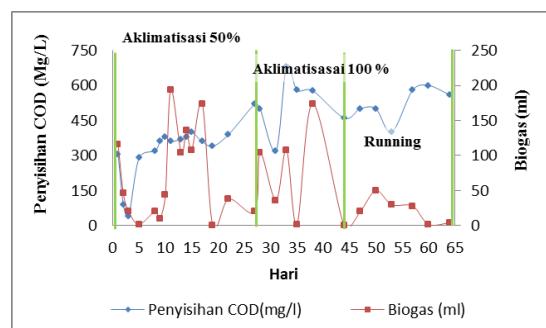
Berdasarkan gambar 3 volume biogas pada awal sebesar 116 ml kemudian mengalami penurunan produktivitas biogas sampai pada hari ke-5. Sedangkan untuk penyisihan COD pada awal sebesar 306,67 mg/l kemudian mengalami penurunan secara signifikan sampai hari ke-3. Pada awal sampai hari ke-3 Penyisihan COD dan volume biogas mengalami penurunan. Atau dapat dikatakan bahwa COD yang tersisih mempengaruhi produksi biogas. Hal ini menunjukkan bahwa COD yang tersisih dikonversi menjadi biogas (Wilkie,2003).

Pada hari ke-35 volume biogas yang terbentuk sebesar 2 ml sedangkan penyisihan COD sebesar 580 mg/l. Dari gambar 4.1(a) dapat dilihat produktivitas terbesar pada hari ke-11 sebesar 194 ml dan penyisihan COD sebesar 360 mg/l. sedangkan penyisihan COD terbesar pada hari ke-33 sebesar 680 mg/l dan volume biogasnya sebesar 108 ml. Biogas yang terbentuk lebih besar pada hari ke-11 daripada hari ke-33 namun pada hari ke-33 COD yang tersisih lebih besar. Hal ini dapat dikarenakan derajat keasaman (pH) pada hari

ke-11 dalam kondisi yang baik untuk bakteri penghasil methane dari pada hari ke-33. Terlihat juga pada hari ke-44 tidak terbentuk biogas. Hal ini dapat dikarenakan derajat keasaman (pH) sekitar 6,41. Dimana dengan kondisi pH tersebut buruk untuk bakteri pembentuk biogas. Mikroorganisme metan dapat bekerja dengan baik pada pH 6,6-7,6 (Eckenfelder, 2000). Pada hari berikutnya mulai terbentuk biogas lagi dikarenakan pada saat itu pH menjadi 7,42. Hal ini dapat dikarenakan pada proses acetogenesis terjadi pemecahan protein menjadi NH_4^+ yang dapat membentuk senyawa basa.

Pada reaktor dengan konsentrasi tinggi dan HRT 4 ini produktivitas biogas relatif stabil atau *steady state* diatas 100 - 194 ml serta penyisihan COD relatif stabil sekitar 360 – 400 mg/l terjadi pada hari ke-11 -17. Pada hari ke-22 – 35 (tahap aklimatisasi 100%) dan hari ke-47 – 64 (tahap running) biogas yang dihasilkan relatif stabil karena pada saat ini bakteri pembentuk biogas dalam keadaan stabil.

Namun pada penelitian Soeprijanto (2005) dengan konsentrasi air limbah dengan parameter COD lebih dari 5000 mg/l menghasilkan volume biogas sebesar 4,59 L. Pada penelitian ini juga antara efisiensi penyisihan dan penyisihan COD dengan volume biogas sebanding.



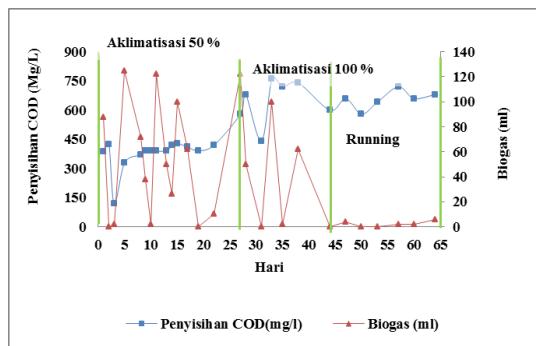
Gambar 3. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor T4

Pada gambar 4 biogas yang dihasilkan dari hari ke-1 – 44 sangat fluktuatif namun COD yang tersisih tidak menunjukkan hal sama. Hanya saja COD yang tersisih pada hari ke-1 – 5 dan hari ke-28 - 35 mengalami penurunan dan kenaikan yang signifikan. Sementara pada hari ke-44 – 64 ini menunjukkan COD yang tersisih dan biogas yang dihasilkan stabil. Namun biogas yang dihasilkan kurang dari 10 ml. Padahal COD yang tersisih sekitar 580 – 720 mg/l. Hal ini dapat dikarenakan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga

penyisihan COD nya besar (Soeprijanto, 2005).

Pada hari ke-5 biogas yang dihasilkan cukup besar yaitu sebesar 125 ml sedangkan COD yang tersisih sebesar 330 mg/l.

Pada penelitian wagiman (2006) menunjukkan bahwa produksi biogas mencapai maksimal pada hari pertama atau beberapa jam setelah penambahan influen, berarti proses hidrolisis dan asidifikasi berlangsung cepat dan kenaikan pH menjadi 6 dan 7 terjadi pada hari itu juga. McLean (1995) menyatakan bahwa waktu tinggal limbah dalam UASB selama 8,5 jam dengan efisiensi penurunan COD sebesar 70-90%. Reaksi metanogenik tersebut dapat dideteksi dengan timbulnya biogas beberapa jam setelah penambahan influen.

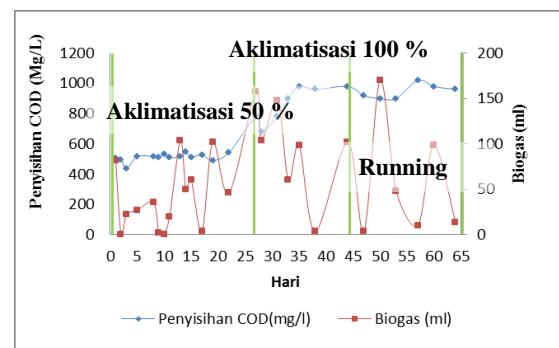


Gambar 4. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor T6

Pada gambar 5 menunjukkan hari ke-1 – 10 produksi biogas yang dihasilkan masih sekitar 0 – 22 ml. Sedangkan COD yang tersisih sekitar diatas 400 – 600 mg/l. Ini dapat dikarenakan bakteri pembentuk biogas masih belum berkembang secara optimal dan proses asidogenesis serta acetogenesis lebih dominan sehingga zat – zat yang dihasilkan pada dua proses itu tidak semua dikonversi menjadi biogas melainkan tetap menjadi bagian dari effluent. Setelah hari berikutnya terjadi kenaikan produksi biogas secara signifikan dan penurunan secara signifikan. Kemudian diikuti produksi biogas yang stabil diantara volume 0 – 10 ml pada rentan waktu kurang lebih 5 hari. Namun dapat dilihat juga COD yang tersisih semakin meningkat dengan semakin bertambahnya hari. Nilai COD tersisih yang tertinggi pada hari ke-64 sebesar 880 mg/l.

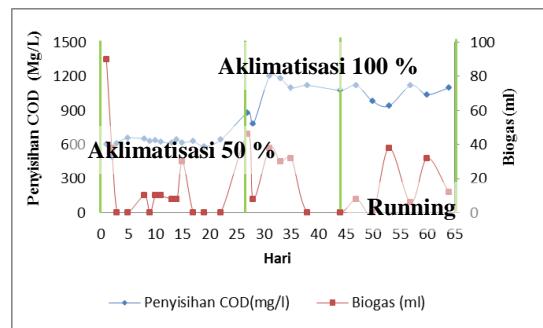
Pada penelitian wagiman (2006) menunjukkan bahwa produksi biogas mencapai maksimal pada hari pertama atau beberapa jam setelah penambahan influen, berarti proses hidrolisis dan asidifikasi

berlangsung cepat dan kenaikan pH menjadi 6 dan 7 terjadi pada hari itu juga.



Gambar 5. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor T10

Pada gambar 6 menunjukkan pada hari ke-1 terbentuk biogas yang cukup besar dengan volume 90 ml dan COD yang tersisih sebesar 600 mg/l. pada hari berikutnya mengalami penurunan yang signifikan sampai hari ke-3. Hal ini pun diikuti dengan penurunan COD yang tersisih. Pada kondisi ini biogas yang dihasilkan sebanding dengan COD yang tersisih. Hari selanjutnya terlihat kenaikan dan penurunan biogas secara fluktuatif. Sedangkan COD yang tersisih menunjukkan kenaikan yang signifikan pada hari ke-22 – 31. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada rentan waktu tersebut transisi antara konsentrasi 50 % menjadi konsentrasi 100 %. Bakteri yang mengalami penambahan zat organic sehingga biogas yang dihasil semakin meningkat.



Gambar 6. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor T12

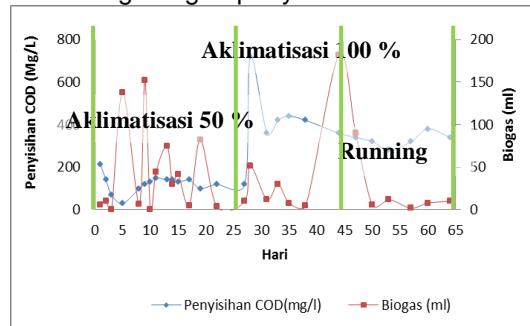
Pengaruh Penyisihan COD dan Efisiensi Penyisihan Terhadap Produktivitas Biogas Pada Konsentrasi Sedang Tinggi

Pada gambar 7 menunjukkan hari ke-1 – 50 mengalami kenaikan dan penurunan yang fluktuatif dan tidak menunjukkan hubungan yang sebanding antara biogas yang terbentuk dengan COD yang tersisih. Hal ini disebabkan

tidak semua zat yang dihasilkan pada fase acedogenesis dikonversi menjadi biogas tetapi sebagian menjadi bagian atau komponen effluent (Leggett *et al.*, 2005). Namun pada hari ke-50 – 64 biogas yang terbentuk relatif stabil atau steady state sekitar 2- 12 ml.

Pada reaktor ini kondisi yang optimum pada hari ke-44 dengan biogas yang terbentuk sebesar 182 ml serta COD yang tersisih sebesar 360 mg/l.

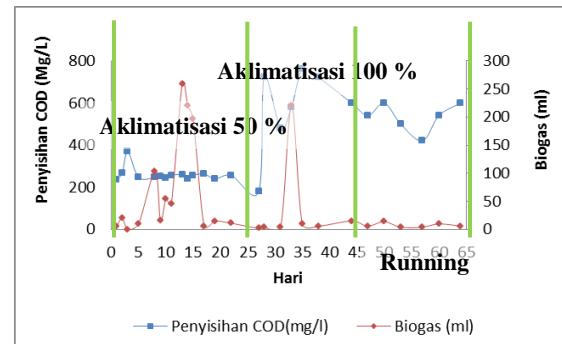
Pada reaktor ini sama dengan hasil penelitian soeprijanto (2005) dimana pada awal penelitian biogas belum terbentuk namun berbeda pada hari berikutnya. Pada penelitian soeprijanto (2005) pembentuk biogas sebanding dengan penyisihan COD.



Gambar 7. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor ST4

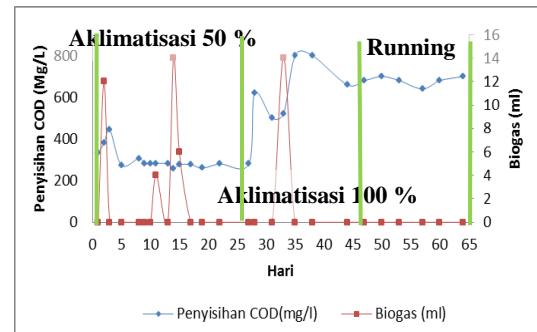
Pada gambar 8 menunjukkan pada hari ke-1 – 2 menunjukkan antara volume biogas dengan COD tersisih memiliki hubungan yaitu sebanding. Pada hari ke-5 – 15 biogas yang terbentuk cukup besar sampai 259 ml walaupun fluktuatif. Namun penyisihan COD nya relatif stabil atau *steady state* antara 243,3 - 260 mg/l.

Pada hari ke-17 – 64 biogas yang dihasilkan relatif stabil atau *steady state* sekitar 4 - 15 ml tetapi pada hari ke-33 biogas yang dihasilkan sebesar 220 ml dan ini pun sebanding dengan COD yang tersisih sebesar 580 mg/l. pada rentan waktu ini hanya sedikit COD tersisih yang dikonversi menjadi biogas dan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar (Soeprijanto, 2005).



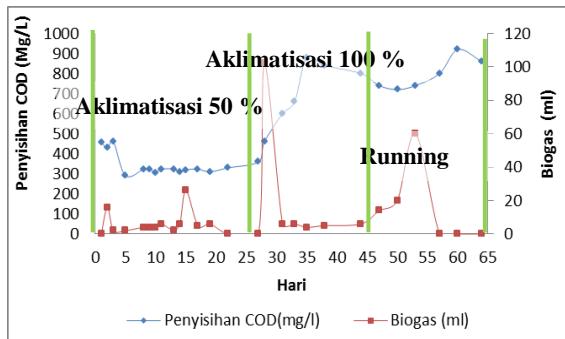
Gambar 8. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor ST6

Pada gambar 9 biogas yang dihasilkan tidak merata dan signifikan pada keseluruhan hari. Biogas hanya terbentuk pada hari ke-2, 11, 14, 15 dan 33 serta masing masing memiliki volume sebesar 12 ml, 4 ml, 14 ml, 6 ml, dan 14 ml. Padahal penyisihan COD nya cukup besar pada masing-masing hari. Hal ini dapat dikarenakan bakteri penghasil biogas yang tidak optimal dalam perkembangannya sehingga hanya sedikit yang dikonversi menjadi biogas. Pada produksi biogas dengan HRT ini memiliki pola yang hampir sama dengan reaktor ST 6.



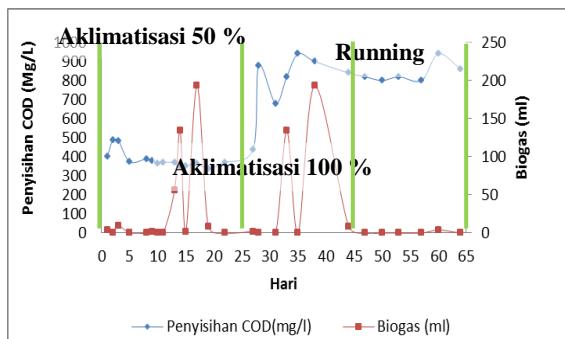
Gambar 9. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor ST8

Pada gambar 10 menunjukkan pada awal belum terbentuk biogas namun sudah terjadi penyisihan COD. Hal ini dapat terjadi dikarenakan bakteri methanogenik belum tumbuh sehingga lebih banyak terjadi proses hidrolisis sampai acetogenesis. Pada hari ke-2 mulai muncul biogas sebesar 16 ml kemudian turun pada hari berikutnya dan relative stabil sampai hari ke-14 sekitar 2 – 6 ml. Penyisihan COD pada rentan waktu itu juga relative stabil diantara 290 – 323,33 mg/l. Pada hari ke-28 mengalami produksi biogas terbesar yaitu 102 ml. Pola pembentukan biogas cukup fluktuatif namun tidak sebanding dengan penyisihan COD yang cenderung meningkat pada tiap harinya.



Gambar 10. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor ST10

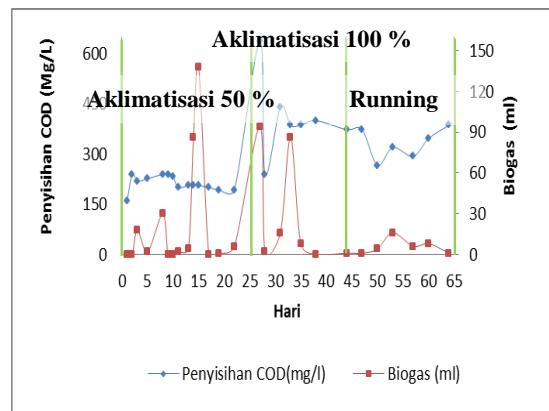
Pada gambar 11 menunjukkan pada hari ke-1 – 64 menghasilkan biogas hanya sebesar 0 – 9 ml kecuali pada hari ke-13 , 14 , 17, 33 dan 38 yang masing – masing sebesar 56 ml, 134 ml, 193 ml, 134 ml dan 193 ml. Namun berbeda dengan penyisihan COD yang cukup besar sekitar 300 mg/l – 940 mg/l. Penyisihan COD terbesar pada hari ke-35 dan 60. Hal dapat karena pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar (Soeprijanto).



Gambar 11. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor ST12

Pengaruh Penyisihan COD dan Efisiensi Penyisihan Terhadap Produktivitas Biogas Pada Konsentrasi Sedang

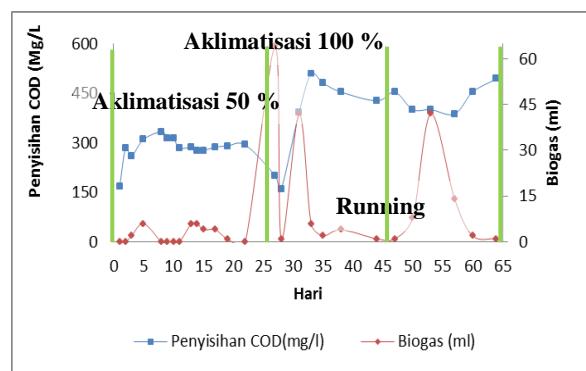
Pada gambar 12 menunjukkan pada hari ke-1 – 3 antara volume biogas dan penyisihan COD sebanding dan hal ini juga terjadi pada hari ke-20 – 31. Volume biogas maksimum dicapai pada hari ke-15 sebesar 138 ml dan penyisihan COD sebesar 206,67 mg/l sedangkan penyisihan COD maksimum pada hari ke-27 sebesar 640 mg/l.



Gambar 12. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor S4

Pada gambar 13 menunjukkan pada hari ke-1 – 22 volume biogas yang terbentuk relatif stabil antara 0- 6 ml dan penyisihan COD nya pada hari ke- 1 sebesar 166,67 mg/l. Pada hari ke-2 – 22 penyisihan COD relative stabil antara 260 – 333,33 mg/l . Pada hari ke-22 – 33 penyisihan COD mengalami penurunan dan kenaikan yang signifikan dan volume biogas yang terbentuk fluktuatif.

Pada hari ke-33 – 64 penyisihan COD relative stabil antara 386,67 - 507 mg/l dan volume biogas mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan pada hari ke-44 – 60. Volume biogas maksimum pada hari ke-27 sebesar 64 ml dan penyisihan COD sebesar 200 mg/l.

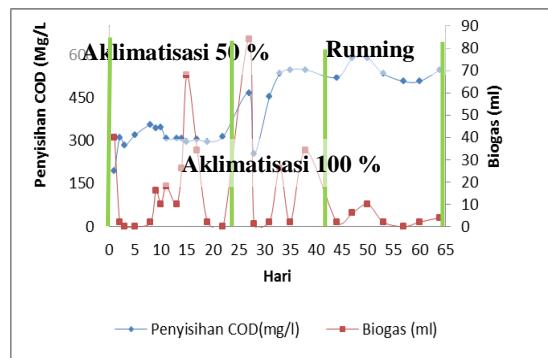


Gambar 13. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor S6

Pada gambar 14 menunjukkan pada hari ke-1 volume biogas sebesar 40 ml dan pada hari ke-5 turun secara signifikan. Setelah itu pada hari ke-5 – 15 mengalami kenaikan sampai volume 68 ml. Pada hari ke-15 – 44 volume biogas sangat fluktuatif dan setelah itu sampai hari ke-64 relatif stabil antara 0 – 10 ml. Untuk penyisihan COD mengalami

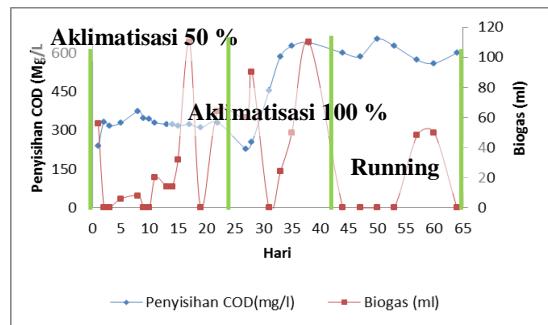
kenaikan sampai hari ke-64 tetapi pada hari ke-28 mengalami penurunan.

Volume biogas maksimum pada hari ke-27 sebesar 84 ml dan penyisihan COD nya sebesar 467 mg/l .



Gambar 14. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor S8

Pada gambar 15 menunjukkan volume biogas yang fluktuatif sedangkan penyisihan COD cenderung meningkat hanya saja pada hari ke-27 mengalami penurunan. Volume biogas maksimum tercapai pada hari-17 dan 38 sebesar 110 ml. sedangkan penyisihan COD pada hari itu sebesar 323,33 mg/l dan 640 mg/l. Hal ini dapat dikarenakan COD yang tersisih tidak semua dikonversi menjadi biogas (Wilkie, 2003) dan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar (Soeprijanto, 2005).

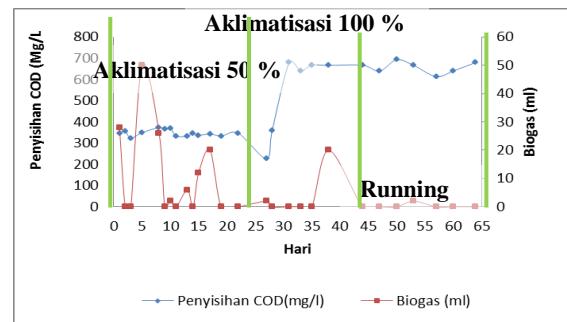


Gambar 15. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor S10

Pada gambar 16 menunjukkan pada hari-1 – 19 volume biogas fluktuatif dan sampai pada hari ke-64 volume biogas hanya sedikit yang terbentuk yaitu pada hari ke -38 sebesar 20 ml.

Pada hari ke-1 – 22 penyisihan COD relative stabil antara 333,33 – 373,33 mg/l kemudian turun pada hari ke-27 dan

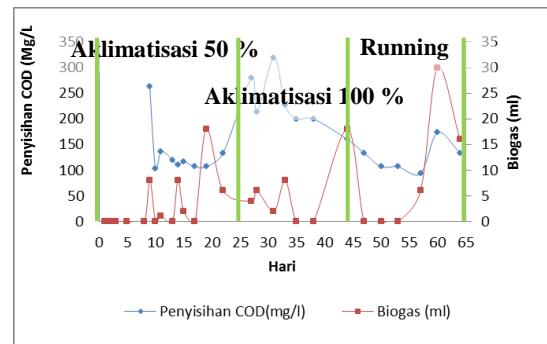
mengalami kenaikan sampai hari ke-31. Pada hari ke- 31 – 64 penyisihan COD relative stabil juga antara 613,33 – 680 mg/l. Volume biogas maksimum dicapai pada hari ke-5 sebesar 50 ml dan penyisihan COD nya sebesar 350 mg/l.



Gambar 16. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor S12

Pengaruh Penyisihan COD dan Efisiensi Penyisihan Terhadap Produktivitas Biogas Pada Konsentrasi Rendah Sedang

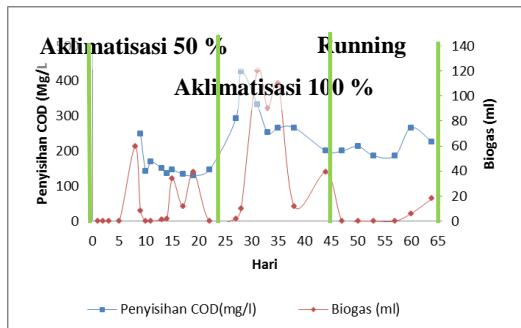
Pada gambar 17 menunjukkan volume biogas yang terbentuk fluktuatif . Pada hari ke-9 volume biogas yang terbentuk sebesar 8 ml dengan penyisihan COD sebesar 263,33 mg/l. Penyisihan COD berkisar antara 93,33 – 319,70 mg/l dan volume biogas berkisar antara 1 – 30 ml . Volume biogas maksimum dicapai pada hari ke-60 sebesar 30 ml dengan penyisihan sebesar 173,33 mg/l dan penyisihan yang maksimum dicapai pada hari ke-31 sebesar 319,7 mg/l dengan volume biogas sebesar 2 ml.



Gambar 17. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor RS4

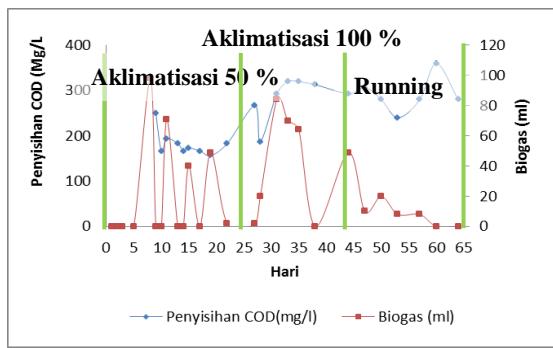
Pada gambar 18 menunjukkan volume biogas yang fluktuatif dengan penyisihan COD berkisar 130 – 427 mg/l walaupun beberapa hari ada yang tidak terbentuk biogas. Hal ini dapat dikarenakan COD yang tersisih tidak semua dikonversi menjadi biogas (Wilkie, 2003) dan pada kondisi itu bakteri pembentuk

biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar .



Gambar 18. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor RS6

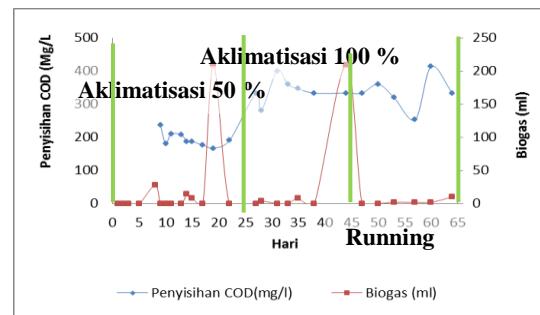
Pada gambar 19 menunjukkan volume biogas yang fluktuatif dengan penyisihan COD berkisar 156,67 – 360 mg/l walaupun beberapa hari ada yang tidak terbentuk biogas. Hal ini dapat dikarenakan COD yang tersisih tidak semua dikonversi menjadi biogas (Wilkie, 2003) dan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar (Soeprijanto, 2005).



Gambar 19. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor RS8

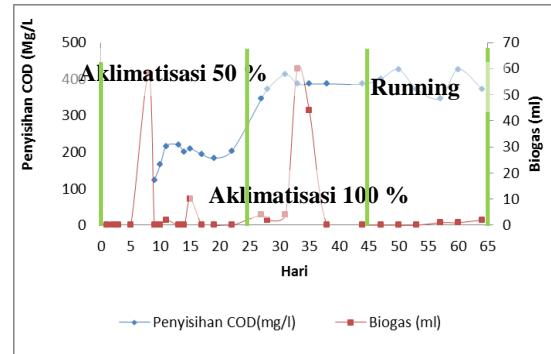
Pada gambar 20 menunjukkan tidak terlalu banyak volume biogas yang terbentuk tetapi pada hari ke- 19 dan 44 memiliki volume biogas sebesar 209 dan 209 ml. Penyisihan COD pada ketiga hari itu sebesar 166,67 dan 333,33 mg/l. Pada reaktor ini cenderung penyisihan COD mengalami peningkatan walaupun volume biogas yang terbentuk sedikit. Hal ini dapat dikarenakan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis

sehingga penyisihan COD nya besar (Soeprijanto, 2005).



Gambar 20. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor RS10

Pada gambar 21 menunjukkan tidak terlalu banyak volume biogas yang terbentuk tetapi pada hari ke- 8 ,33 dan 35 memiliki volume biogas sebesar 58 , 60 dan 44 ml. Penyisihan COD pada ketiga hari itu sebesar 20 , 386,30 dan 386,30 mg/l. Pada reaktor ini cenderung penyisihan COD mengalami peningkatan walaupun volume biogas yang terbentuk sedikit. Hal ini dapat dikarenakan COD yang tersisih tidak semua dikonversi menjadi biogas (Wilkie, 2003) dan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar (Soeprijanto , 2005).

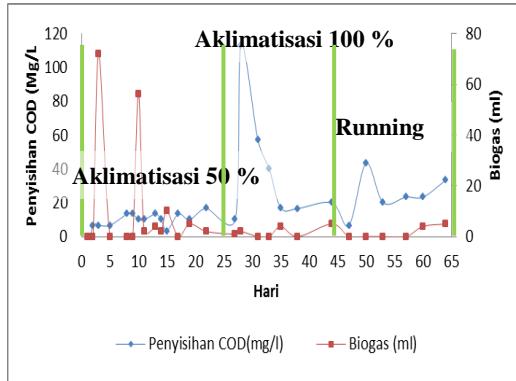


Gambar 21. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor RS12

Pengaruh Penyisihan COD dan Efisiensi Penyisihan Terhadap Produktivitas Biogas Pada Konsentrasi Rendah

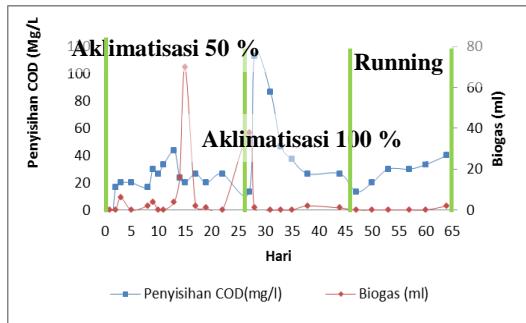
Pada gambar 22 menunjukkan pada hari ke-3 dan 10 terbentuk biogas terbanyak sebesar 72 dan 56 ml dengan penyisihan COD sebesar 6,67 dan 10 mg/l. Pada reaktor ini tidak tiap hari muncul biogas padahal penyisihan COD sekitar 3 -113 mg/l. Hal ini

dapat dikarenakan COD yang tersisih tidak semua dikonversi menjadi biogas (Wilkie, 2003) dan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar .



Gambar 22. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor R4

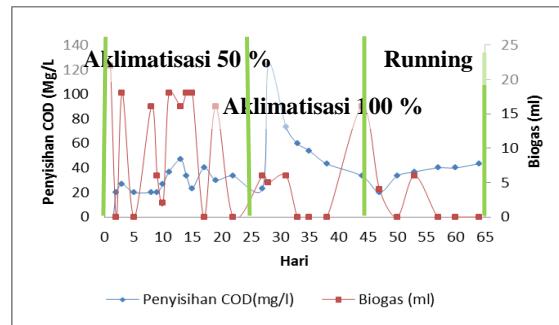
Pada gambar 23 menunjukkan hanya sampai pada hari ke-27 terbentuk biogas lumayan banyak tetapi pada hari berikutnya hanya sebesar 2 ml dengan penyisihan yang lumayan besar pada reaktor ini. Hal ini dapat dikarenakan COD yang tersisih tidak semua dikonversi menjadi biogas (Wilkie, 2003) dan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar. Volume biogas maksimum dicapai pada hari ke-15 sebesar 70 ml dengan penyisihan COD sebesar 20 mg/l.



Gambar 23. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor R6

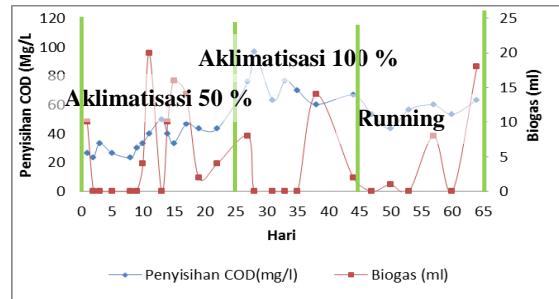
Pada gambar 24 menunjukkan volume biogas sangat fluktuatif sampai hari ke-22 dengan penyisihan COD berkisar 20 – 46,67 mg/l tetapi setelah itu tidak terlalu fluktuatif hanya terjadi kenaikan yang signifikan pada hari ke-44. Dimana pada hari itu volume

biogas sebesar 16 ml dan penyisihan COD sebesar 33,33 mg/l. Volume biogas yang dihasilkan pada reaktor ini berkisar 2 – 22 ml.



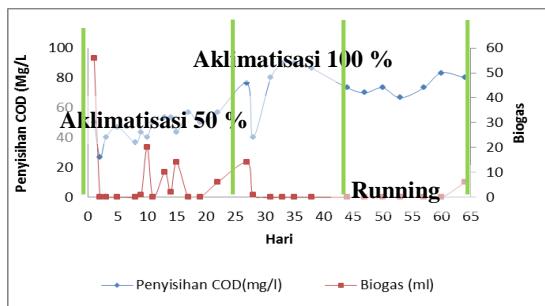
Gambar 24. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor R8

Pada gambar 25 menunjukkan volume biogas yang terbentuk berkisar 0 – 20 ml dengan penyisihan COD berkisar 26,67 – 97 %. Antara kedua parameter tersebut menghasilkan data yang fluktuatif. Pada hari ke-11 dicapai volume biogas maksimum sebesar 20 ml dengan penyisihan COD sebesar 40 mg/l.



Gambar 25. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor R10

Pada gambar 26 menunjukkan pada hari ke-1 terbentuk volume biogas sebesar 56 ml dengan penyisihan COD sebesar 50 mg/l dan mengalami fluktuatif sampai hari ke-28. Pada hari ke-31 sampai hari ke-60 tidak muncul biogas padahal penyisihan COD nya cukup besar dan terbentuk biogas lagi pada hari ke-64 sebesar 6 ml dengan penyisihan COD sebesar 80 mg/l. Hal ini dapat dikarenakan COD yang tersisih tidak semua dikonversi menjadi biogas (Wilkie, 2003) dan pada kondisi itu bakteri pembentuk biogas tidak tumbuh secara baik dikarenakan lebih banyak terjadi proses asidogenesis dan acetogenesis sehingga penyisihan COD nya besar.



Gambar 26. Fluktuasi Penyisihan COD dan Produksi Biogas Selama Penelitian Pada Reaktor R12

KESIMPULAN dan SARAN

Dari hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyisihan COD terhadap produktivitas biogas pada pengolahan air limbah domestik (*grey water*) pada kondisi optimum didapat sebagai berikut :
 - a. Pada konsentrasi Tinggi dengan Variasi HRT 4, 8, dan 10 jam secara berurutan penyisihan COD (413.47 mg/l, 624.57 mg/l, dan 700.15 mg/l) dan Volume Biogas (58,89 ml, 30,74 ml dan 56,26 ml).
 - b. Pada konsentrasi Sedang Tinggi dengan Variasi HRT 6 dan 12 jam secara berurutan penyisihan COD (402,72 mg/l, dan 590 mg/l) dan Volume Biogas (46,93 ml dan 27,85 ml).
 - c. Kondisi paling maksimal pada konsentrasi Tinggi dengan HRT 4 jam dengan penyisihan COD 413,47 mg/l dan Volume Biogas 58,89 ml.
2. Berdasarkan variasi HRT didapatkan kondisi optimum pada konsentrasi Sedang dan HRT 12. Satu mg/l penyisihan COD dikonversi menjadi biogas sebesar 21.477 ml. Ini sesuai hipotesis dimana Semakin lama HRT semakin besar penyisihan COD dan pembentukan biogas.
3. Analisa pengaruh penyisihan COD terhadap besarnya produktivitas Biogas pada pengolahan air limbah domestik (*grey water*) menggunakan reaktor UASB adalah penyisihan COD sebanding dengan volume biogas namun pada kondisi tertentu penyisihan COD nya besar sedangkan volume biogas sedikit bahkan tidak ada. Hal ini diakibatkan proses metanogenesis tidak berjalan dan hanya sampai pada proses asetogenesis saja.

Saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Alat pengukur volume biogas mungkin menggunakan metode pipa U lain supaya terlihat perbedaannya seperti apa.
2. Pada tahap aklimatisasi dilakukan pengujian alkalinitas untuk fase acetogenesis dan Ph untuk fase acidogenesis dan metanogenesis.
3. Pengecekan Konsentrasi COD dan DO pada saat feeding kemungkinan terjadi reaksi secara aerob.

DAFTAR PUSTAKA

- Eckenfelder, Jr and Wesley, W. 2000. *Industrial Water Pollution Control*. Third Edition. Mc Graw Hill. Singapore.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112/MENLH/10/2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Kementerian Lingkungan hidup
- Lettinga, G. and Hulshoff Pol, L.W. 1991. *UASB Process Design for Various Types of Wastewater*. Water Science Technology, vol. 24 (8), 87-109.
- Leinonen, S and V. Kuittinen. 2001. *Finnish Biogas Register IV*. Joensuu: Karelian Institute, University of Joensuu.
- Leggett, J., R.E. Graves, and L.E. Lanyon. 2005. *Anaerobic Digestion: Biogas Production and Odor Reduction from Manure*. College of Agricultural Science, Amerika. <http://server.age.psu.edu>. (24 Oktober 2005).
- Prasad Kaparaju 1. *Optimization of biogas production from wheat straw stillage in UASB reactor*.
- Tantowi Ismail.. *Pengolahan vinasse dari air limbah industri alkohol menjadi biogas menggunakan bioreaktor UASB*
- Tawfik, A., El-Gohary, F., Temmik, H. 2010. *Treatment of domestic wastewater in an up-flow anaerobic sludge blanket reactor followed by moving bed biofilm reactor*. Bioprocess Biosyst Eng., (33), 267–276.
- Wagiman . 2006 . *Identification of Potential Biogas Production from Tofu Wastewater with Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB)* . Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UGM Yogyakarta.
- Wilkie, A.C. 2003. *Anaerobic digestion of flushed dairy manure. Proceeding Anaerobic Digester Technology Application in Animal Agriculture*. Virginia: Water Environment Ferderation.