

EVALUASI REAKTOR HIDROLISIS-ACIDOGENESIS SEBAGAI BIOREAKTOR INTERMEDIATE PROSES PADA PRA PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH CAIR PKS PADA SKALA PILOT PLANT

EVALUATION OF HYDROLISIS-ACYDOGENESIS REACTOR AS INTERMEDIATE PROCESS BIOREAKTOR FOR PRE GENERATED BIOGAS FROM PALM OIL MILL EFFLUENT WITH PILOT PLANT SCALE

Siti Masriani Rambe

Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan
Jl. Sisingamangaraja XII No.24, Ps. Merah Bar., Medan Kota, Sumatera Utara 20213
e-mail: siti_masriani@yahoo.com

Diterima: 10 Mei 2016; Direvisi: 20 Juli 2016 - 29 Agustus 2016; Disetujui: 17 November 2016

Abstrak

Penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi kinerja reaktor hidrolisis asidogenesis sebagai tangki penyimpan sekaligus proses *intermediate* sebelum menjadi biogas dari limbah PKS dengan skala pilot plant. Kinerja reaktor dipengaruhi oleh waktu tinggal (HRT) dan pengenceran limbah yang mengakibatkan penurunan partikel solid dari limbah tersebut. Limbah yang diolah diambil dari limbah PKS dari PT. Adolina Perbaungan Sumatera Utara. Pembuatan reaktor yang dilakukan mirip dengan reaktor baffle dan dikombinasikan dengan reaktor pengaduk (CSTR). Pengaruh waktu tinggal dan pengenceran dapat dilihat dengan perubahan partikel organik sebagai hasil proses *intermediate* (komponen monomer) sebelum menjadi biogas. Uji coba pada reaktor dilakukan mulai dengan proses aklimatisasi, start up hingga variasi HRT. Variasi waktu tinggal dilakukan pada 30, 36 dan 42 hari dan pengenceran limbah yaitu satu kali dan dua kali pengenceran. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimal untuk skala pilot plant adalah pada 36 hari dengan dua kali pengenceran. Hal ini diharapkan perubahan nilai volatil solid (VS) yang lebih rendah adalah 20,21 gr/L selama terjadi proses *intermediate* sebelum pembentukan biogas. Reaktor dapat dijadikan sebagai penyimpan limbah karena penurunan VS sangat rendah.

Kata kunci: biogas, waktu tinggal, hidrolisis-asidogenesis, volatil solid, limbah PKS

Abstract

The research is conducted for evaluation the hydrolysis - acydogenesis reactor performance as storage tank and intermediate process prior to biogas from POME with pilot plant scale. Performance of reactor is effected Hydraulic Retention Time (HRT) and dilution of Palm Oil Mill Effluent (POME) in reactor due the volatile solid removal. The POME is obtained from palm oil mill of PT. Adolina Perbaungan North Sumatera. Prototype of reactor was conducted similar with baffle reactor and it was combined with Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR). The effect of the Hydraulic Retention Time (HRT) and dilution can be seen from the removal of volatile solid as the intermediate process (monomer compound) prior to biogas. Trial begins with the process of acclimatization and start up to HRT variation. The HRT various are 30, 36 and 42 days and the dilution various are once and twice dilution. The results showed that the optimal condition for pilot plant reactor is HRT 36 days and twice dilution. It is expected the lower removal of volatile solid (20,21mg/L) as long as intermediate process prior to biogas. The hydrolysis - acydogenesis reactor with pilot plant scale is comply with storage tank due lower VS removal.

Keywords: biogas, hydraulic retention time, hydrolysis - acydogenesis, volatile solid, palm oil mill effluent

PENDAHULUAN

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) merupakan salah satu jenis buangan pabrik pengolahan kelapa sawit yang berasal dari air kondensat pada proses sterilisasi, air dari proses klarifikasi, air *hydrocyclone* (*claybath*), dan air pencucian (Irvan *et al.*, 2012). LCPKS dapat dimanfaatkan sebagai energi berupa

biogas melalui tahap/ reaksi yaitu reaksi hidrolisis, acidogenesis, acetogenesis dan metanogenesis. Salah satu tahap reaksi pada pra pembuatan biogas adalah reaksi hidrolisis dan acidogenesis.

Hidrolisis merupakan langkah awal proses digester anaerobik untuk semua proses penguraian dimana bahan organik akan berubah menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga lebih mudah diurai

oleh mikroorganisme pada proses fermentasi. Lebih sering disebut depolimerisasi sebagai proses hidrolisis dimana proses ini dapat memecah makromolekul (Barber, 2009). Ada dua jenis reaksi hidrolisis yaitu reaksi termokimia dimana peruntukannya adalah untuk pengolahan limbah dengan Nilai COD yang rendah. Reaksi kedua adalah reaksi secara biologi dimana sering digunakan untuk limbah yang nilai COD nya tinggi (Chulhwan *et al.*, 2005). Mikroorganisme hidrolase yang tumbuh adalah berupa mikroorganisme anaerobik. Untuk senyawa kompleks dan konsentrasi yang tinggi, hidrolisis biasanya berjalan lambat. Mikroorganisme akan mendekomposisi rantai panjang karbohidrat, protein dan lemak menjadi bagian yang lebih pendek. Proses penguraian ini melibatkan mikroorganisme hidrolase dimana senyawa-senyawa organik kompleks dihidrolisis menjadi monomer-monomer. Merlin *et al.*, (2014) mengemukakan pada tahap hidrolisis mikroorganisme yang berperan adalah bakteri anaerob seperti clostridia, bakteri fakultatif lainnya seperti streptococcus. Gunther (2011) mengemukakan dalam penelitiannya bahwa hasil dari proses hidrolisis adalah Asam volatil karboksilat, asam keton, asam hidroksi, keton, alkohol, gula, asam amino, H_2 dan CO_2 .

Acidogenesis adalah tahap konversi glukosa, rantai panjang fatty acid dan asam amino yang dihasilkan dari bakteri hidrolase menjadi asam organik seperti asetat, propionat, butirrat, alkohol, H_2 , CO_2 , dan rantai panjang fatty acid yang lain. Broughton (2009) mengemukakan dalam penelitiannya bahwa pada langkah acidogenesis, hasil dari hidrolisis akan diabsorpsi oleh sel bakteri asidogenesis untuk difermentasikan atau diubah secara anaerobik menjadi senyawa seperti alkohol, asam lemak rantai pendek, asam asetat, karbon dioksida, hydrogen, ammonia dan sulfida. Mikroorganisme dalam bioreaktor mengapung dan mengendap sesuai karakteristik aliran dan gas yang dihasilkan, tetapi bergerak secara horisontal ke ujung reaktor secara perlahan sehingga waktu tinggal limbah semakin lama. Limbah cair kontak dengan biomassa/mikroorganisme aktif selama

limbah mengalir dalam reaktor, sehingga BOD dan COD dalam limbah akan semakin menurun.

Anaerobic baffled reactor (ABR) dikembangkan pertama kalinya dari Universitas Stanford (McCarty, 1981). ABR merupakan Upflow Blanket Sludge Anaerobic (UASB) yang dipasang secara seri, namun tidak membutuhkan butiran (granul) dalam operasinya (Munazah *et al.*, 2008), sehingga memerlukan periode start-up lebih pendek. Serangkaian sekat vertikal dipasang dalam ABR membuat limbah cair mengalir dari bawah lalu ke atas dan selanjutnya mengalir ke bawah lagi sepanjang reaktor dimulai dari inlet hingga outlet, dan terjadi kontak antara substrat dengan biomassa aktif. Konsentrasi senyawa organik bervariasi sepanjang ABR sehingga menghasilkan pertumbuhan populasi mikroorganisme berbeda pada tiap sekat/kompartemen. Hal demikian dipengaruhi oleh kondisi spesifik lingkungan yang dihasilkan oleh senyawa hasil penguraian (Munazah *et al.*, 2008). Prinsip ABR adalah proses penggabungan sedimentasi dan penguraian substrat di setiap ruang. Morgenroth (2002) mengemukakan karakteristik sedimen dalam reaktor dapat dipengaruhi oleh laju dan mekanisme reaksi hidrolisis dalam limbah. Reaktor ABR memiliki sekat/ruang yang disusun secara seri, dengan sekat tersebut sedimen yang mengendap dapat tertahan di dalam dasar reaktor. Pada saat penambahan substrat berikutnya, diharapkan sedimen tersebut dapat kontak kembali sehingga substrat baru dapat terurai oleh mikroorganisme yang ada dalam sedimen atau dalam suspensi. Pola aliran limbah melalui sekat meliputi, sedimen yang terbentuk dari ruang pertama akan terdorong menuju ruang berikutnya, demikian seterusnya hingga pada titik ruang akhir dari reaktor (Foxon *et al.*, 2006).

Proses dalam reaktor ABR adalah penggabungan beberapa proses seperti sedimentasi dengan penguraian lumpur secara parsial dalam kompartemen yang sama, walaupun pada dasarnya hanya merupakan suatu kolam sedimentasi tanpa bagian-bagian yang bergerak atau penambahan bahan-bahan kimia. Proses yang terjadi didalam ruang pertama ABR

atau sering disebut dengan settling tank dimana terjadi proses reaksi hidrolisis dan pada ruang-ruang berikutnya terjadi proses penguraian akibat air limbah kontak dengan mikroorganisme (reaksi acidogenesis). ABR ini merupakan sistem pengolahan anaerob tersuspensi, dalam bioreaktor berpenyekat. Pertumbuhan tersuspensi lebih menguntungkan dibanding pertumbuhan melekat karena membutuhkan media pendukung serta tidak tersumbat (Herawati *et al.*, 2010). Kelebihan reaktor dengan sistem ABR adalah desain yang sederhana dan penggunaan energi lebih rendah karena tidak menggunakan motor pengaduk sehingga reaktor berfungsi sebagai penampung bahan baku sekaligus sebagai reaktor. Pembuatan biogas dengan menggunakan sistem *anaerobic* dari berbagai limbah dapat menghasilkan gas metan sekitar 65-75%, 25-35% CO₂, sisanya gas lainnya seperti H₂S dan N₂. (Saha, 2014)

Permasalahan pada pra-pembuatan bioreaktor dengan sistem kontinu (CSTR) untuk menghasilkan biogas dari LCPKS relatif lama, sebab konsentrasi limbah cair PKS (substrat) sangat pekat, dan perilaku mikroorganisme yang hidup pada tiap tahapan juga berbeda. Dengan demikian pada penelitian ini diharapkan di peroleh suatu kondisi bioreaktor hidrolisis-acidogenesis dengan tipe ABR dimana pada reaktor ini tidak diharapkan terjadi reaksi metanogenesis sebab pada tahap reaksi metanogenesis (pembentukan biogas) akan dilanjutkan pada reaktor lain dengan spesifikasi yang berbeda. Dalam pemenuhan spesifikasi reaktor sebagai media reaksi hidrolisis dan acidogenesis harus mempertimbangkan banyak variabel seperti suhu, nutrisi, waktu tinggal (HRT), konsentrasi limbah dan lain sebagainya. Variabel-variabel ini perlu dipertimbangkan karena karakter limbah cepat berubah seiring dengan waktu tinggal limbah dalam reaktor karena mikroorganisme yang ada didalam limbah sangat mudah bereaksi/berubah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan reaktor hidrolisis acidogenesis dengan tipe ABR sebagai tangki penyimpan sekaligus proses

intermediate sebelum terjadi biogas. Indikasi dapat dilihat dengan perubahan partikel solid (COD, VS dan TS) terhadap waktu tinggal dan konsentrasi LCPKS dalam reaktor pada pra pembuatan biogas dengan skala pilot plant.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Dalam penelitian ini bahan utama yang digunakan adalah limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) yang berasal dari Pabrik Kelapa Sawit Adolina milik PTPN IV Lubuk Pakam dan inokulum dari kolam asam limbah pabrik kelapa sawit Pabatu milik PTPN IV Tebing Tinggi. Kebutuhan bahan kimia untuk pengujian seperti kalium bikromat, Ag₂SO₄, larutan standar ferro amonium sulfat, indikator ferroin, asam sulfat dan aquades.

Alat

Penelitian ini menggunakan reaktor dengan tipe *Anaerobic Baffle Reactor*, *CSTR* dan peralatan instrumen lainnya. Reaktor tipe ini memiliki bentuk/geometri yang praktis dan sederhana seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.

Prosedur Penelitian

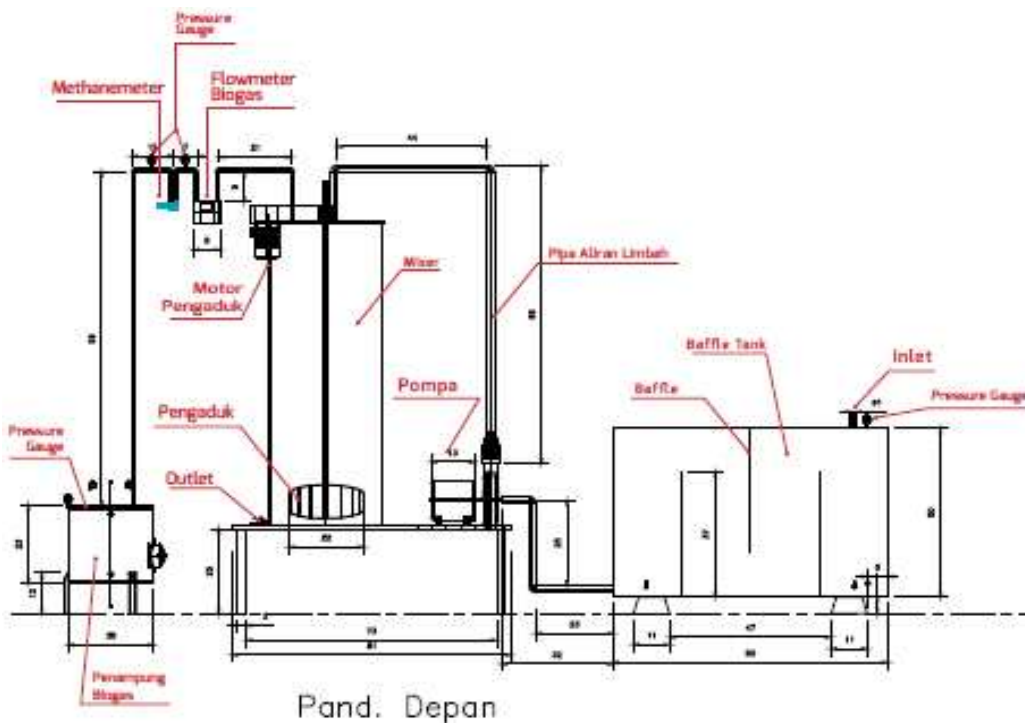
Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap meliputi:

Tahap pertama adalah menghitung dimensi bioreaktor *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) mengacu pada Sudjarwo (2008) dan Foxon *et.al* (2006) dengan basis konsentrasi limbah (1:2) dan HRT yang paling lama 42 hari. Kemudian melakukan perhitungan reaktor model CSTR. Tahap kedua adalah merancang dan menginstalasi bioreaktor ABR dengan bahan terbuat dari plat stainless steel yang disambungkan dengan *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR). Tahap ketiga adalah uji kinerja ABR melalui proses aklimatisasi, hal ini dilakukan untuk mendapatkan kultur mikroorganisme yang stabil dan dapat beradaptasi dengan limbah pabrik kelapa sawit (substrat baru) yang telah disiapkan. Tahap keempat dilakukan start-up hingga HRT variasi penelitian untuk masing-masing

konsentrasi variasi. Tahap kelima adalah pengujian kinerja ABR, dimana selain pengujian parameter COD, VS dan TS diatas, substrat yang ada dalam reaktor hidrolisis acidogenesis (ABR) di alirkan pada tangki CSTR untuk memastikan apakah terbentuk gas metan atau tidak dengan menggunakan *methane meter*.

Substrat di alirkan pada reaktor ABR dan secara periodik dilakukan pengambilan

sampel dan pengujian parameter COD, pH, TS dan VS dari setiap konsentrasi dan HRT variasi. Gambar 1 memperlihatkan rangkaian reaktor hidrolisis-acidogenesis tipe ABR yang dilanjutkan dengan menggunakan tangki CSTR, untuk mengetahui unjuk kerja substrat dengan melihat perubahan partikel organik dari LCPKS pada pra pembuatan biogas



Gambar 1. Flow Proses Uji Kinerja Reaktor Hidrolisis Acidogenesis pada pra pembuatan biogas dari LCPKS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Reaktor hidrolisis acidogenesis merupakan bioreaktor sistem kombinasi *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dan *Continues Stirred Tank Reaktor* (CSTR) yang digunakan pada pra pembuatan biogas dimana akan terbentuk reaksi intermediate berupa reaksi hidrolisis dan acidogenesis. Beberapa faktor yang berpengaruh untuk mengetahui kinerja reaktor tersebut, yaitu loading rate, temperatur, pH, waktu tinggal serta konsentrasi limbah dalam reaktor. Pada penelitian ini akan membahas pengaruh waktu tinggal dan konsentrasi limbah dalam bioreaktor dengan melihat perubahan total solid/volatil solid dan pH sebagai indikator.

Bioreaktor hidrolisis acidogenesis yang di desain pada penelitian ini terlabih dahulu dilakukan proses perhitungan dimensi reaktor berdasarkan karakter dari limbah PKS. Bioreaktor dibatasi oleh sekat-sekat vertikal untuk dapat memisahkan proses reaksi yang terjadi. Mekanisme aliran limbah (substrat) diarahkan dari inlet menuju ke bagian bawah *hanging baffle* (Gambar 1) lalu melewati bagian atas dari *standing baffle*, demikian seterusnya hingga melewati baffle terakhir (outlet). Sistem penggunaan *baffle* yang tersusun secara seri dalam bioreaktor memiliki keuntungan dalam proses degradasi khususnya limbah yang nilai COD nya sangat tinggi seperti limbah PKS milik PTPN IV Pabrik Adolina. Perhitungan dimensi reaktor ABR telah dilakukan dan diperoleh dimensi reaktor *baffle* (ABR) dengan spesifikasi reaktor, panjang 135 cm, lebar 50 cm, tinggi reaktor 130 cm dan CSTR adalah diameter 50 cm, tinggi 75 cm; tebal tangki adalah 4 mm.

Pengaruh Waktu Tinggal (HRT) Limbah Pada Bioreaktor Hidrolisis-Acidogenesis

Waktu tinggal (*Hydraulic Retention Time/HRT*) adalah lamanya limbah (LCPKS) berada dalam reaktor dan membentuk beberapa tahapan reaksi.

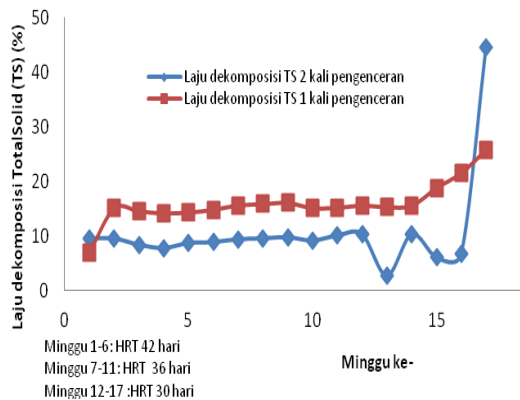
Reaksi yang terbentuk secara umum pada limbah cair PKS adalah reaksi hidrolisis dan reaksi acidogenesis. Reaksi ini terjadi pada kondisi substrat masih pada pH asam (4-5) dimana bakteri hidrolase dapat memecah senyawa polimer menjadi senyawa monomer – monomer (Broughton, 2009).

Reaksi hidrolisis terjadi dalam substrat sebagai langkah awal proses degradasi/penguraian yang berpengaruh pada waktu tinggal (HRT). HRT yang kecil akan memperlama sebaran kontak limbah dengan substrat. Reaksi terus berlangsung sehingga terbentuk reaksi asidogenesis, karena jutaan mikroorganisme anaerob ada dalam limbah yang sangat kompleks. Dengan kondisi pH yang masih asam, maka mikro yang berperan dalam hal ini adalah bakteri hidrolase dan acidogenase. Kecil kemungkinan akan tumbuh mikroorganisme *methanogenase* sebab tidak pada kondisi pH netral.

Untuk mengetahui kinerja bioreaktor terhadap reaksi *intermediate* sebelum pembentukan biogas dapat dilakukan melalui pendekatan pengukuran total solid (TS). Gambar 2 menunjukkan nilai TS yang cenderung berbeda pada setiap HRT dan perbedaan tersebut tidak begitu signifikan untuk ketiga variasi HRT. Misalnya pada HRT 30 hari pada satu kali pengenceran di peroleh nilai TS pada minggu ke-16 diperoleh laju dekomposisi cukup tinggi yaitu 38,25 % dan selang satu minggu kemudian diperoleh lajunya menurun yaitu 22,7%. Hal ini disebabkan oleh pada HRT 30 hari, meningkatnya partikel solid yang mengendap dari mikroorganisme yang telah mati juga bahan anorganik lain yang telah mengendap. Jumlah partikel solid telah meningkat seiring dengan waktu tinggal substrat dalam reaktor dan titik pengambilan sampel belum mewakili semua area reaktor.

Partikel solid yang terbentuk dari HRT 42 hari dan 36 hari masih mengendap saat dilakukan penelitian pada HRT 30 hari karena waktu resludging dilakukan adalah 24 minggu. Hal yang sama dinyatakan oleh Yusoff *et*

al., (2010) bahwa partikel solid yang meningkat yang terbentuk dari hasil degradasi mikroorganisme dalam memecah senyawa polimer dalam limbah menjadi senyawa monomer-monomer dan gas berupa H_2 dan CO_2 .



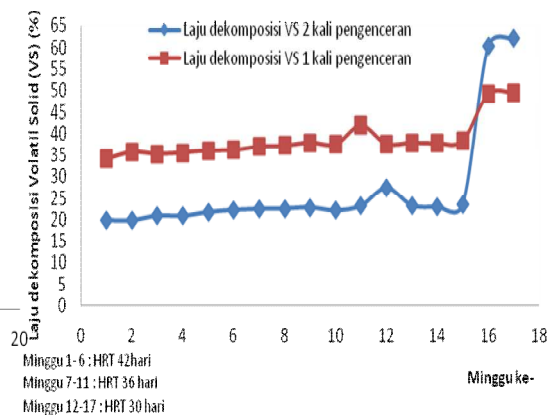
Gambar 2. Perubahan nilai TS pada Variasi HRT dan Konsentrasi

Secara umum untuk ketiga variasi HRT, nilai TS pada HRT 42 hari hampir sama dengan HRT 36 hari sedangkan HRT 30 hari di peroleh sangat fluktuatif.

Konsentrasi substrat yang di umpankan pada bioreaktor diencerkan dengan variasi satu kali dan dua kali pengenceran. Konsentrasi substrat sangat berpengaruh pada perubahan nilai TS. Konsentrasi satu kali pengenceran diperoleh laju dekomposisi TS lebih tinggi jika di bandingkan dengan pada dua kali pengenceran. Misalnya pada HRT 42 hari pada minggu ke-12 diperoleh laju dekomposisi pada 1 kali pengenceran adalah 37,45% sedangkan pada 2 kali pengenceran diperoleh 22,37%. Kandungan organik dalam substrat untuk variasi 1 kali pengenceran lebih besar jika dibandingkan dengan pengenceran 2 kali sehingga laju dekomposisi total solid pada 1 kali pengenceran lebih tinggi (Gambar 2).

Partikel solid dengan indikator nilai TS berbanding lurus dengan nilai VS, dimana pada satu titik tertentu terjadi penurunan nilai TS maka nilai VS juga akan menurun. Dari rumus perhitungan nilai Volatil Solid berpengaruh kepada kadar abu yang ada pada substrat. Jumlah kadar abu rata rata hampir sama

pada setiap HRT dan konsentrasi sehingga fluktuasi penurunan nilai VS hampir sama untuk setiap HRT (Gambar 2).



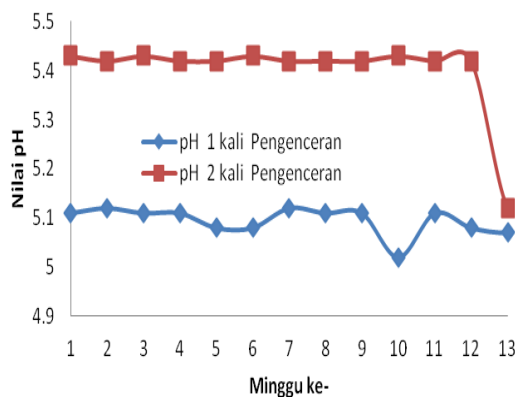
Gambar 3. Penurunan nilai VS pada Variasi HRT dan Pengenceran

Sedangkan untuk variasi pengenceran konsentrasi, diperoleh 1 dan 2 kali, hasilnya diperoleh berbeda. Nilai VS diperoleh lebih kecil untuk pengenceran konsentrasi 2 kali jika dibandingkan dengan 1 kali. Penurunan nilai VS pada konsentrasi 1 kali di peroleh 52% sedangkan untuk konsentrasi 2 kali pengenceran diperoleh dari nilai VS yaitu 23,51%. Semakin lama substrat dalam reaktor maka semakin tinggi partikel organik yang terdegradasi.

Pengaruh Pengenceran Konsentrasi Pada Reaktor Hidrolisis-Acidogenesis

Pengaruh konsentrasi dalam reaksi hidrolisis-asidogenesis dapat di lihat dengan indikasi perubahan nilai pH dalam substrat. Pada reaktor akan terbentuk reaksi acidogenesis yaitu proses penguraian senyawa monomer menjadi asam volatil misalnya perubahan asam lemak bebas menjadi asam asetat atau asam volatil lainnya. Terbentuknya asam volatile pada reaktor dapat dilihat dengan perubahan nilai pH yang terbentuk. Gambar 4 menunjukkan penurunan nilai pH seiring dengan waktu tinggal limbah dalam reaktor. Pengenceran konsentrasi pada 1 kali cenderung menghasilkan pH lebih rendah daripada pengenceran konsentrasi 2 kali. Hal ini

menunjukkan bahwa proses asidifikasi pada konsentrasi 1 kali lebih tinggi daripada 2 kali pengenceran. Jumlah Hal demikian menandakan bahwa substrat yang dapat dirubah menjadi asam volatil oleh mikroorganisme asidogenase semakin meningkat. Pada HRT 42 hari dan 36 hari diperoleh perubahan pH hampir sama dalam reaktor untuk semua variasi pengenceran. Sedangkan pada HRT 30 hari diperoleh sedikit fluktuatif. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya substrat yang akan di degradasi oleh mikroorganisme dari konsentrasi kecil (2 kali) dan HRT 30 hari.



Gambar 4. Perubahan nilai pH terhadap Variasi Pengenceran

Dari hasil penelitian, nilai pH yang diamati untuk semua variasi masih dalam kategori pH asam artinya artinya bahwa mikroorganisme yang berkembang biak masih bakteri asam bukan bakteri metanogen (penghasil gas metan). Kendali pengamatan untuk nilai pH sangat penting dalam penelitian ini untuk menjaga agar tidak terbentuk gas metan, sebab yang diinginkandalam penelitian ini (reaktor hidrolisis-acidogenesis) adalah bakteri asam penghasil asam-asam volatil. Pada proses asidogenesis, limbah cenderung mengalami penurunan pH sebab asam volatil yang terbentuk semakin meningkat. Dengan pernyataan yang sama dari Barber *et al.*, (1999) mengemukakan proses asidifikasi pada sistem ABR dapat menurunkan nilai pH dalam reaktor yang merupakan salah satu indikator adanya pertumbuhan mikroorganisme.

Uji Reaktor Hidrolisis-Acidogenesis Terhadap Reaksi Pembentukan Metan

Untuk memastikan pada reaktor Hidrolisis-Acidogenesis dengan tipe ABR tidak terjadi proses *methanogenesis* (reaksi pembentukan gas metan) perlu di lakukan pengujian pada reaktor CSTR. Substrat yang ada dalam reaktor *hidrolisis-acidogenesis* dialirkan ke tangki CSTR kemudian dengan waktu tertentu biogas akan dialirkan pada alat instrument pengukur biogas dan gas metan. Pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa alat pengukur gas telah mendeteksi adanya gas mengalir sekitar 30 liter total gas yang terbentuk. Untuk memastikan diantara gas yang mengalir, apakah salah satu gasnya adalah gas metan perlu di alirkan lagi ke alat pendeteksi khusus gas metan.



Gambar 5. Methane Gas Meter

Pada pembacaan alat gas metan yang menggunakan alat tipe BF 2000 *methane meter* tidak terbentuk gas metan dengan memperlihatkan angka 0,000 m/h, pada pembacaan alat pada Gambar 5. Hal ini menandakan pada ABR tidak terbentuk gas gas lain seperti Oksigen atau Hidrogen sesuai dengan hasil reaksi samping pada reaksi hidrolisis-acidogenesis.

KESIMPULAN

Perhitungan dimensi reaktor ABR telah dilakukan dan diperoleh dimensi reaktor *baffle* (ABR) dengan spesifikasi reaktor, panjang 135 cm, lebar 50 cm, tinggi reaktor 130 cm dan CSTR adalah

diameter 50 cm, tinggi 75 cm; tebal tangki adalah 4 mm. Unjuk kerja reaktor dapat dievaluasi dengan melihat penurunan parameter partikel solid (TS dan VS) dan gas yang terbentuk pada variasi konsentrasi 1, 2 kali pengenceran dengan waktu tinggal 30, 36, 42 hari. Variasi waktu tinggal dilakukan pada 30, 36 dan 42 hari dan pengenceran limbah yaitu satu kali dan dua kali pengenceran. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimal untuk skala pilot plant adalah pada 36 hari dengan dua kali pengenceran. Hal ini diharapkan perubahan nilai volatil solid (VS) yang lebih rendah adalah 20,21 gr/L selama terjadi proses intermediate sebelum pembentukan biogas. Reaktor dapat dijadikan sebagai penyimpan limbah karena penurunan VS sangat rendah.

SARAN

Untuk penelitian berikutnya, perlu dilakukan skala untuk pabrikasi langsung ke pabrik agar memudahkan pengkondisian proses.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Manajemen Baristand Industri Medan dan analis pada laboratorium Idi Baristand Industri Medan, yang telah membiayai kegiatan penelitian ini dan analis yang terlibat dalam pengujian sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Munazah A.R., Soewondo P. (2008) *Penyisihan Organik melalui Dua Tahap Pengolahan dengan Modifikasi ABR dan Constructed wetland pada Industri Rumah Tangga*, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung, Volume 4 No.4, Hal 93-100.
- Barber P. W., David C. Stuckey. (1999), *The Use of The Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment*, Water Research Vol. 33, No.7, pp 1559-1578.
- Broughton, A.D. (2009). *Hydrolysis and Acydogenesis of Farm Dairy effluent for Biogas Production at Ambient Temperatures*. Thesis. Master of Engineering in Enviromental Engineering Palmerston North, New Zealand : Massey University.
- Chulhwan, P., Chunyeon, L., Sangyong K., Yu C., Howard C.H. (2005), *Upgrading of Anaerobic Digestion by Incoorporating Two Different Hydrolysis Process*. J Biosci Bioeng 100 (2): 164-7.
- Foxon, K.M., Buckly, C.A., Brouckaert, C.J., Dama, P., Mtembeu, Z., Rodda, N., Smith, M., Pllay, S., Arjun, N., Lalbahadur, T., Bux, F. (2006). *The Evaluation of the anaerobic baffled reactor for sanitation in dence per-urban settlements*. Report to the Water Research Commission. Durban. ISBN No: 1-77005-371-9.
- Gunther, B. (2011), *Pre-treatment Technology for Biogas Production, Istanbul Bioenergy*, International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste and Energy Crop, Turkey.
- Herawati, D.A., Andang Arif Wibawa. (2010). *Pengaruh Pretreatment Jerami Padi pada Produksi Biogas dari Jerami Padi dan Sampah Sayur Sawi Hijau Secara Batch*. Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 4, No. 1.
- Irvan., Bambang Trisakti., Vivian Wongistani., Yoshimasa Tomiuchi. (2012). Methane from Digestion of Palm Oil Mill Effluent (POME) in a Thermofilic Anaerobic Reactor. *International Journal of Science and Engineering* Vol.3 (1) : 32-35.
- McCarty, P.L. (1981). *One hundred years of anaerobic treatment digestion 1981*. In: Hughes, et al. (Ed.),. In: *Anaerobic Digestion*, vol. 1. Elsevier Biomedical Press. pp. 3-21.
- Merlin C.P., Gopinath L.R., Divya, D. (2014), *A Riview on Anaerobic Decomposition and Enhancement og Biogas Production Throught Enzymes and Microorganisms*, Renewable and Surtainability Energy Revies, 34 : 167 – 173.
- Morgenroth, E., Kommedal, R., Harremoes P. (2002), *Processes and Modelling of Hydrolysis of particulate organic matter in aerobic wastewater treatment- a Riview*, Wat. Sci. Technol 45 (6): 25-40.
- Saha, S.N. (2014), *Elements of Fuel Combustion & energy Engineering*,

- Dhanpat Rai Publishing Company,
New Delhi, 388 – 389.
- Sudjarwo, H. (2006), *Sistem Pengolahan Anaerobik*, Panduan Praktis Instalasi Pengolahan Air Limbah, Pusat Teknologi Limbah, Yogyakarta.
- Yusoff, Moch., Moch Zulkhairi., Nor Ainin Abdul Rahman., Suraini Abd Aziz., Chong Mei Ling., Moch Ali Hasan., Yoshito Shirai. (2010), *The Effect of Hydraulic Retention Time and Volatile Fatty Acid on Biohydrogen Production from POME under Non-Strile Condition*, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(4): 577-587.