

**PENYISIHAN SENYAWA ORGANIK BIOWASTE FRAKSI CAIR
MENGUNAKAN SEQUENCING BATCH REACTOR ANAEROB****REMOVAL OF ORGANIC COMPOUNDS FROM LIQUID FRACTION
BIOWASTE
USING ANAEROBIC SEQUENCING BATCH REACTOR****Lulu Destiana Purwita¹ dan Prayatni Soewondo²**Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132¹lulu.destiana@yahoo.com, ²prayatnisoe@yahoo.com

Abstrak : Penyisihan senyawa organik dari biowaste fase cair yang berasal dari sampah pasar tradisional dengan sistem sequencing batch reactor anaerob dipelajari pada tugas akhir ini. Satu siklus sistem SBR terdiri dari 5 (lima) fase yaitu pengisian (fill), reaksi (react), pengendapan (settle), pengurasan (decant) dan stabilisasi (idle) ini dijalankan dengan variasi waktu reaksi siklus 1: 7 hari, siklus 2: 6 hari, dan siklus 3: 5 hari dengan beban influen dari sampah asli sekitar 15000 mg/L COD total. Proses seeding dan aklimatisasi dilakukan pada penelitian sebelumnya sehingga biomassa yang digunakan telah beradaptasi dengan limbah biowaste yang akan diolah. Pada proses pengolahan SBR anaerob, siklus 1 dengan waktu reaksi 7 hari menghasilkan penyisihan substrat sebesar 50,31%, siklus 2 dengan waktu reaksi 6 hari menghasilkan penyisihan substrat sebesar 43,82% dan siklus 3 dengan waktu reaksi 5 hari menghasilkan penyisihan substrat sebesar 36,36%. Pada siklus 1, pembentukan TAV tertinggi sebesar 2926,64 mg/L, terjadi pada fase pengurasan dengan laju pembentukan sebesar 58,97% dan laju penyisihan sebesar 39,48%. Pada akhir fase stabilisasi terbentuk gas metana sebesar 3%. Pada siklus 2, pembentukan TAV tertinggi sebesar 3461,43 mg/L, terjadi pada fase reaksi, dengan laju pembentukan sebesar 55,81% dan laju penyisihan sebesar 18,60%. Sampai akhir siklus tidak terbentuk gas metana. Pada siklus 3, pembentukan TAV tertinggi 3732,20 mg/L, terjadi pada fase reaksi, dengan laju pembentukan mencapai 82,57% dan laju penyisihan 53,33%. Akan tetapi pada siklus 3 ini tidak dapat dilakukan pemeriksaan gas dikarenakan kromatografi gas yang digunakan dalam perbaikan.

Kata Kunci: biowaste, sequencing batch reactor anaerob,

Abstract: Removal of organic compounds from liquid phase biowaste derived from the traditional market waste with an anaerobic sequencing batch reactor system studied in this final task. One cycle of the SBR system consists of five phases, namely fill, react, settle, decant and idle, it's executed with variations in reaction time, cycle 1: 7 days, Cycle 2: 6 days, and cycle 3: 5 days with the influent load of original rubbish approximately 15 000 mg / L COD total. Seeding and acclimatization process from previous research, so biomass that used has been adapted to the waste. In anaerobic SBR process, cycle 1 with reaction time 7 days, produce removal organic compounds of 50.31%, cycle 2 with a reaction time of 6 days, produce removal organic compounds of 43.82% and cycle 3 with reaction 5 days, , produce removal organic compounds of 43.43%. In cycle 1, TAV highest rate production of 2926.64 mg / L, occurred at decant phase with formation rate of 58.97% and removal rate of 39.48% and the methane gas is formed by 3%. In cycle 2, TAV highest rate production of 3461.43 mg / L, occurred at react phase with formation rate of 55.81 % and removal rate of 18.60% and has not formed methane. In cycle 3, TAV highest rate production of 3732.20 mg / L, occurred at react phase with formation rate of 82.57% and removal rate of 53.33 % But during the third cycle, gas inspection was not possible due to the gas chromatograph that used in repairs.

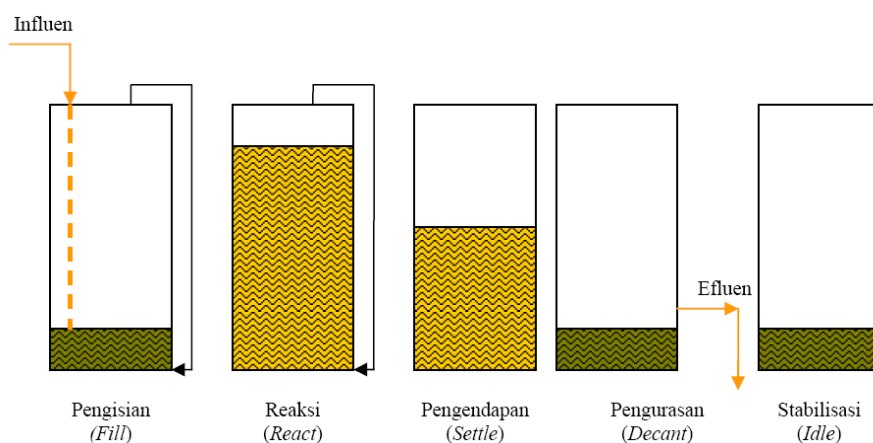
Keywords: anaerobic sequencing batch reactor, biowaste

1. PENDAHULUAN

Pasar merupakan salah satu aktivitas manusia yang menghasilkan timbulan sampah yang tinggi karena merupakan tempat transaksi jual beli berbagai jenis barang kebutuhan manusia. Timbulan sampah dari pasar tradisional di Bandung berkisar antara 0.322-1.22 Lt/m²/ hari dan sekitar 85.31-86.86% dari keseluruhan sampah tersebut merupakan sampah organik. (Sriwidagdo, 2005 dalam Cahyani, 2008). Sampah yang mudah membusuk, seperti sampah sisa dapur, daun-daunan, sayur-sayuran, buah-buahan dan sebagainya disebut biowaste. (Direktorat PLP dalam Susanto, 2008)

Pengolahan anaerob cocok untuk air buangan dengan COD biodegradable dari rentang menengah (± 2000 mg/L) sampai dengan tinggi (>2000 mg/L) (Malina dan Pohland dalam Wijayanti, 2008). Adapun keuntungan proses anaerob dibandingkan proses aerob selain menurunkan senyawa organik dihasilkan juga gas metan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi.

Salah satu cara yang telah dikembangkan di beberapa negara adalah dengan penerapan *Sequencing Batch Reactor* (SBR) yang dirancang berdasarkan beberapa fase proses yaitu pengisian (*fill*), reaksi (*react*), pengendapan (*settle*), pengurasan (*decant*), dan stabilisasi (*idle*) yang berlangsung dalam satu reaktor. (Metcalf and Eddy, 2003). Proses yang terjadi pada *Sequencing Batch Reactor* ini dapat dilihat pada **Gambar 1**



Gambar 1. Tahapan Proses SBR

Keuntungan penggunaan SBR antara lain:

- Proses ekualisasi aliran, pengolahan, dan pengendapan terjadi dalam satu reaktor yang sama sehingga dapat mengeliminasi kebutuhan clarifier (Nocross, K.L, 1992 dalam Wijayanti, 2008)
- Dibandingkan pengolahan dengan lumpur aktif secara kontinu, kemungkinan hilangnya biomassa dalam SBR lebih kecil (Metcalf& Eddy, 2003)
- Fleksibilitas pengoperasian SBR dalam mengolah kontaminan yang terkandung dalam air buangan, dengan mengatur panjangnya waktu di setiap fase proses SBR (Metcalf& Eddy, 2003)
- Kemampuan mengeliminasi *shock loading* dan *short circulating* akibat fluktuasi aliran dan beban air buangan karena SBR dapat berfungsi sebagai Tangki Aliran Rata-Rata.

Kelemahan penggunaan SBR antara lain:

- Kebutuhan sistem otomatisasi peralatan
- Keterampilan operator instalasi harus baik
- Pengawasan terhadap pengoperasian proses harus sering dilakukan dan harus teliti

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengamati proses *Sequencing Batch Reactor* (SBR) dalam mendegradasi organik dari biowaste secara anaerob.

Beberapa penelitian menggunakan SBR yang sudah dilakukan diantaranya:

Callado dan Foresti (2001), dalam pengolahan air buangan domestik skala laboratorium menggunakan sequential batch reactors integrating the aerobic/ anaerobic process. Percobaan menggunakan SBR dengan volume operasi 14 L. SBR Anaerob bertujuan untuk menyisihkan fraksi terbesar dari materi organik. Efluen dari SBR anaerob diolah dengan SBR aerob yang bertujuan untuk penyisihan nutrisi dengan nitrifikasi, denitrifikasi dan penyisihan fosfat. Efisiensi penyisihan total sebesar 94% dengan penyisihan pada reactor anaerob sebesar 70% dan penyisihan pada reaktor aerob sebesar 80%. Efisiensi penyisihan nitrogen sebesar 96% dan penyisihan fosfat sebesar 90%.

Jamrah et al (2007), dalam pengolahan grey water. Menggunakan reaktor dengan volume operasi 20 L yang berisi 6 L substrat grey water dan 14 L berupa campuran yang mengandung biomassa. Penelitian ini dilakukan dengan variasi waktu pengisian dan reaksi. Perbandingan pengisian dan reaksi 40:60 dengan variasi 3 jam sampai 7 jam dan kondisi optimum tercapai pada waktu pengisian dan reaksi 5 jam (2 jam pengisian dan 3 jam reaksi). Penyisihan COD berkisar antara 66%-94% dan penyisihan SS antara 84%-100%.

Chu et al (2008) dalam penelitiannya pengolahan leachate dari sanitary landfill menggunakan SBR dengan proses oksidasi elektrokimia. SBR menggunakan waktu operasi; pengisian 10 menit; reaksi 12 jam; pengendapan 2 jam; pengurasan 10 menit dan stabilisasi 30 menit. Pada reaktor ini juga digunakan titanium sebagai anode dan karbon sebagai katode. Efisiensi penyisihan organik dan ammonia bertambah seiring dengan meningkatnya tegangan dan kadar klorin serta peningkatan dosis ion Fe.

Jae Kune Lee et al (2007) dalam penelitiannya optimasi penyisihan nitrogen pada Sequencing Batch Reactor dengan variasi waktu distribusi. Menggunakan waktu operasi dalam satu siklus 0, 70, 100 dan 130 menit dengan hasil penyisihan T-N removal 59,7%, 65,4%, 68,8%, dan 73,8% untuk limbah sintesis dengan peningkatan keseluruhan sekitar 15,3%. Efisiensi penyisihan T-N untuk limbah asli meningkat dari 54,6% sampai 69,1% sebagai durasi waktu fase anoxic dari 0 – 130 menit. Penyisihan nitrogen dari limbah lumpur 21,8 mg/siklus, 22 mg/ siklus, 22,4 mg/ siklus dan 22,3 mg/ siklus.

Tengrui et al (2007). Dalam penelitiannya penyisihan nitrogen dari leachate landfill dengan *Sequencing Batch Biofilm Reactor*. Karakteristik leachate yaitu COD sekitar 1650 mg/L, BOD₅ sekitar 75 mg/ L dan nitrogen amonia 1100 mg/L. Leachate mengandung senyawa organik terlarut, senyawa anorganik, logam berat dan senyawa xenobiotik. Pada penelitian ini dilakukan aklimatisasi selama 2 bulan dan stabilisasi selama 1 bulan, pada akhir stabilisasi penyisihan nitrogen mencapai 99%.

2. METODOLOGI

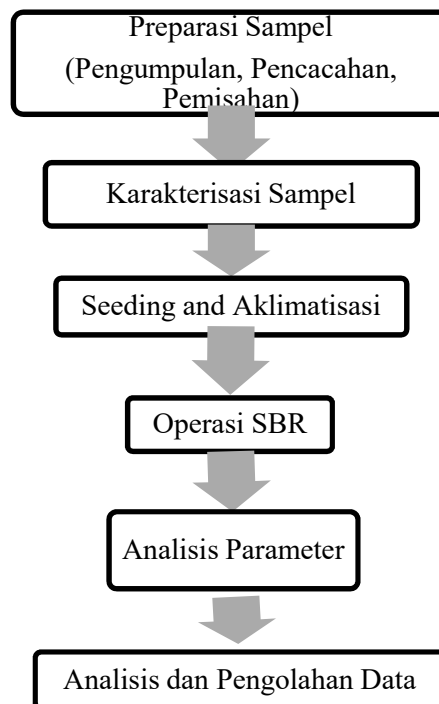
Preparasi sampel: Sampel yang digunakan adalah sampel yang berasal dari sampah organik pasar (sayur dan buah) yang diambil dari Pasar Tradisional Caringin.

Pengujian karakteristik fisika dan kimia dilakukan di Laboratorium Air, Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB. Parameter yang diukur dalam fase karakterisasi sampah ini adalah komposisi sampah, densitas, kadar air, kadar volatile, C- organik, NTK, dan total phospat.

Karakterisasi sampel; Untuk mendapatkan substrat, sampah organik pasar dicacah dengan menggunakan mesin grinding merk shredder tipe FT0101-2HP yang berada di LIPI. Lalu ditambahkan air dengan perbandingan air: sampah sebesar 2:1, rasio ini didapatkan dari penelitian sebelumnya, dengan blender merk Phillips berkapasitas 2 liter dicampur dan dihaluskan. Dilakukan pemisahan antara fraksi padat dan cair, dalam penelitian ini hanya menggunakan fraksi cair saja sedangkan fraksi padat digunakan oleh peneliti lain.

Parameter yang diperiksa untuk mengetahui karakteristik awal substrat diantaranya pH, temperature, alkalinitas, COD (*Chemical Oxygen Demand*), total phospat, Total Kjedahl Nitrogen, VSS (*Volatile Suspended Solid*).

Seeding dan aklimatisasi pada reaktor SBR; Ini dilakukan dengan tujuan mengembangbiakkan dan mengadaptasikan mikroorganismenya sehingga dapat mengolah limbah. Bakteri yang digunakan berasal dari rumen sapi yang telah teradaptasi dengan biowaste fraksi cair yang dikembangbiakkan oleh peneliti sebelumnya.



Gambar 2. Metodologi Penelitian

Fase pengoperasian reaktor sbr anaerob; Fase dalam SBR meliputi empat fase, yaitu pengisian (*fill*), reaksi (*react*), pengendapan (*settle*), pengurasan (*decant*) dan stabilisasi (*idle*). Pengaturan jangka waktu masing-masing fase tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Pengaturan Waktu Operasi Anaerob

Pengisian (<i>Fill</i>)	reaksi (<i>React</i>)	Pengendapan (<i>Settle</i>)	Pengurasan (<i>decant</i>)	Stabilisasi (<i>Idle</i>)
2 jam	7 hari 6 hari 5 hari	1 jam	0.5 jam	7 hari

Reaktor terbuat dari bahan flexiglass dengan volume reaktor sebesar 6,7 Liter dan volume operasi sebesar 5 L. Pada dasar reaktor dilengkapi dengan piringan plexiglass (berbentuk lingkaran dengan diameter yang sama dengan diameter dalam reaktor) yang diberikan lubang-lubang pada setengah area luas lingkaran tersebut. *Flushing* nitrogen dilakukan sebelum operasi SBR yang bertujuan mengusir keberadaan oksigen. Transfer influen ke dalam reaktor menggunakan pompa dengan kapasitas debit kecil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi senyawa organik yang dipresentasikan sebagai COD pada influen dari sampah asli sekitar 15000 mg/L untuk COD total dan sekitar 10000 mg/L untuk COD terlarut. Adapun karakteristik sampah disajikan pada **Tabel 2(a)** dan karakteristik awal limbah cair yang digunakan disajikan pada **Tabel 2(b)**

Tabel 2(a). Karakteristik Sampah

Parameter	Nilai/ Angka
Densitas	0,2706 kg/L
Kadar Air	88,7054%
Kadar Volatil	91,9564 %
Total Phospat	8,7435 mg/L
NTK	9050,071 mg/L
C-organik	75,523%

Tabel 2(b). Karakteristik Awal Limbah Cair

Parameter	Nilai/ Angka
pH	4,51
COD total	15465,2 mg/L
COD terlarut	10310 mg/L
NTK	282,1 mg/ L
Phospat Total	5,8935 mg/L
Alkalinitas	1993,63 mg/L

Kinerja yang terjadi pada ASBR adalah sebagai berikut:

Fase Pengisian (Fill). Pengoperasian SBR dimulai dengan fase pengisian. Umpan secara kontinu dialirkan ke reaktor sampai volume yang diinginkan selama waktu yang telah direncanakan. Pada pengisian ini volume meningkat dari 20% (pada akhir *idle*) menjadi 100%. Pengambilan sampel dilakukan pada akhir fase pengisian.

Fase Reaksi (React). Pada fase ini, akan terjadi kontak antara biomassa dengan substrat. Akuator yang berfungsi untuk mensirkulasikan gas di dalam reaktor sebagai pengadukan. Sampling dilakukan pada interval waktu tertentu. Setelah mencapai akhir waktu reaksi, akuator dimatikan dan dimulai fase pengendapan.

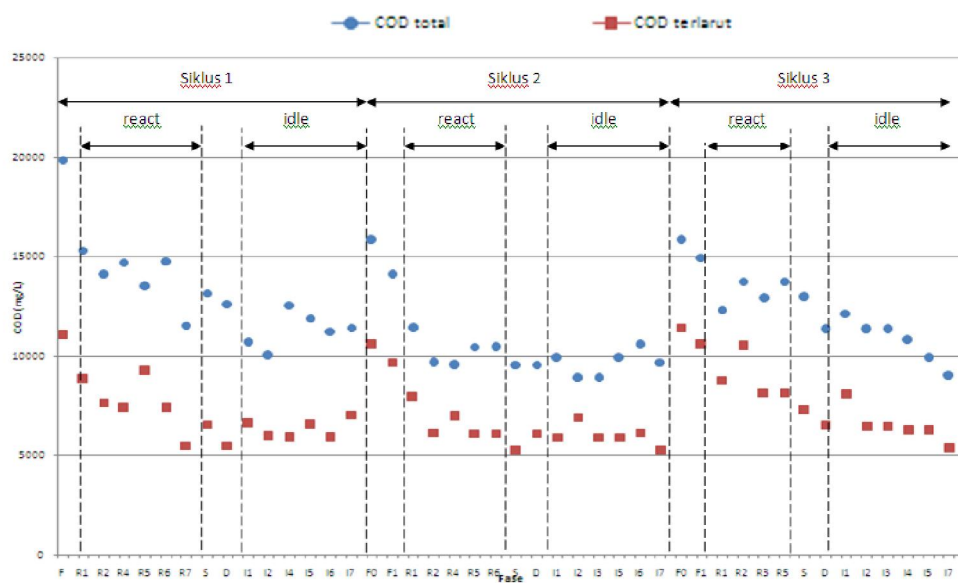
Fase Pengendapan (settle). Proses pengendapan lumpur biomassa dari cairan. Pada fase ini hampir tidak ada gerakan dan gangguan dari pengadukan. Pengambilan sampel dilakukan pada akhir waktu pengendapan.

Fase Pengurasan (decant). Proses pengeluaran supernatant yang telah diolah dan hanya menyisakan lumpur biomassa dengan sedikit volume cairan sekitar 1 L di dalam reaktor. Supernatant tersebut merupakan efluen dari proses SBR. Pada reaktor diberi tanda batas volume biomassa sebagai acuan untuk fase pengurasan. Sampling dilakukan pada akhir pengurasan.

Fase Stabilisasi (Idle). Fase ini dilakukan untuk menstabilkan lumpur dan proses pelaparan biomassa, sehingga ketika umpan masuk diharapkan biomassa dapat cepat mengkomsumsi substrat yang masuk. Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa interval waktu tertentu.

Untuk mengetahui pengaruh reaksi pada perbandingan seeding : substrat 1:4 dan beban influen dari sampah asli sebesar 15000 mg/L COD pada pengolahan limbah biowaste fase cair dengan sistem ASBR maka dilakukan penelitian dengan 3 variasi waktu reaksi yaitu siklus 1= 7 hari, siklus 2= 6 hari, siklus 3= 5 hari.

Data yang diperoleh mengenai profil COD dan efisiensi penyisihan senyawa organik disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.

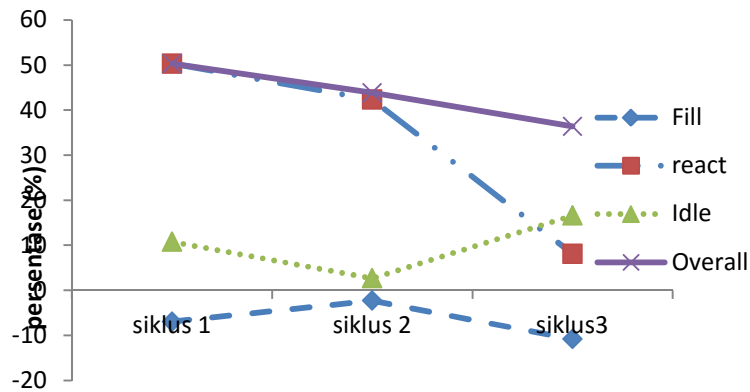


Gambar 3. Grafik Perubahan COD

Jika dilihat pada **Gambar 3**, terdapat perbedaan nilai COD awal pada fase *fill*. Pada siklus 1, nilai COD total sekitar 19000 mg/L namun pada siklus 2 dan siklus 3, nilai COD total sekitar 16000 mg/L, ini disebabkan adanya efek pengenceran dan perbandingan seeding dan substrat yang berbeda.

Pada grafik juga dapat disimpulkan terdapat kecenderungan penurunan konsentrasi COD baik COD total maupun terlarut dari titik influen. Penyisihan senyawa organik pada fase reaksi (*react*) menunjukkan kecenderungan yang lebih besar dibandingkan

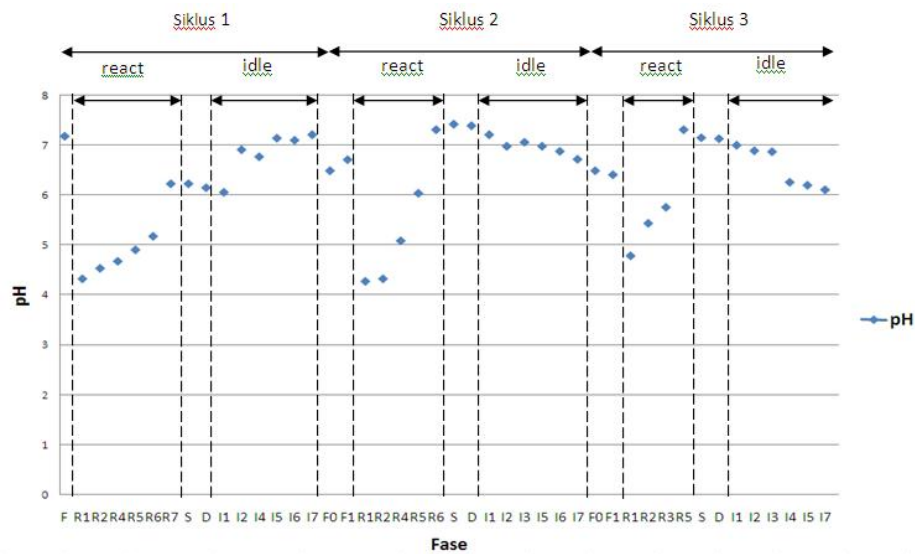
pada fase yang lain. Jika dilihat pada siklus 1, penurunan konsentrasi COD lebih besar dibandingkan pada siklus 2, ini dapat disebabkan waktu stabilisasi 7 hari terlalu lama sehingga biomassa yang ada mati atau adanya adaptasi lanjut dari biomassa. Pada siklus 3, Penurunan COD terlihat lebih stabil walaupun dilihat dari segi efisiensinya tidak lebih besar dari siklus 1 dan siklus 2. Ini dapat dikarenakan jumlah biomassa yang lebih sedikit namun biomassa yang ada telah beradaptasi dengan baik.



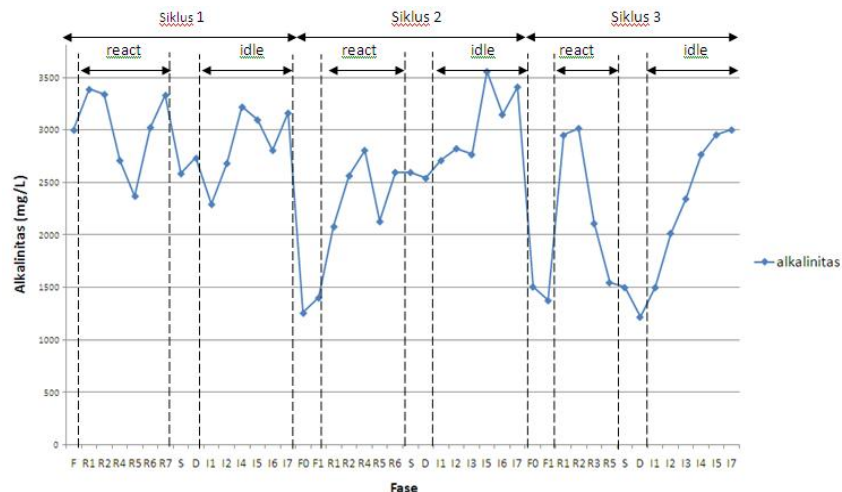
Gambar 4. Grafik Persentase Penyisihan Organik/ fase (COD terlarut)

Pada **Gambar 4.** memperlihatkan bahwa efisiensi penyisihan senyawa organik keseluruhan (overall) terbesar terjadi pada siklus 1 sebesar 50,32%. Pada siklus 2, penyisihan senyawa organik overall yang terjadi adalah sebesar 43,83% dan pada siklus 3, penyisihan organik sebesar 36,36%. Efisiensi penyisihan overall ini merupakan selisih antara influen yang berupa biowaste pada awal fase pengisian (*fill*) dan efluen pada awal fase pengurasan (*decant*). Efisiensi penyisihan organik paling dominan adalah pada fase reaksi dengan kisaran hasil 8% - 50%. Pada fase pengisian tidak terjadi penurunan konsentrasi COD, sehingga nilai efisiensi penyisihannya adalah negatif. Hal ini menunjukkan pada saat pengisian terjadi penambahan konsentrasi substrat yang disebabkan oleh adanya faktor seeding.

Bila dibandingkan antara siklus 1, siklus 2, dan siklus 3 dapat terlihat bahwa efisiensi penyisihan mengalami penurunan. Kemungkinan ini disebabkan waktu stabilisasi 7 hari terlalu lama sehingga biomassa yang ada mati dan juga perbandingan jumlah biomassa yang lebih kecil karena adanya faktor pengenceran. Jika dilihat dari efektivitas penyisihan organik, maka waktu reaksi yang optimum dalam pengolahan biowaste fase cair dengan menggunakan SBR adalah waktu reaksi 7 hari dan waktu stabilisasi 7 hari. Ini disebabkan waktu reaksi yang digunakan lebih lama (kontak aktif antara biomassa dan substrat menjadi lebih lama). Namun waktu stabilisasi yang digunakan terlalu panjang sehingga untuk siklus selanjutnya biomassa yang digunakan lebih sedikit dikarenakan biomassa yang ada mati.



Gambar 5. Pengaruh Aktivitas Biologi terhadap pH



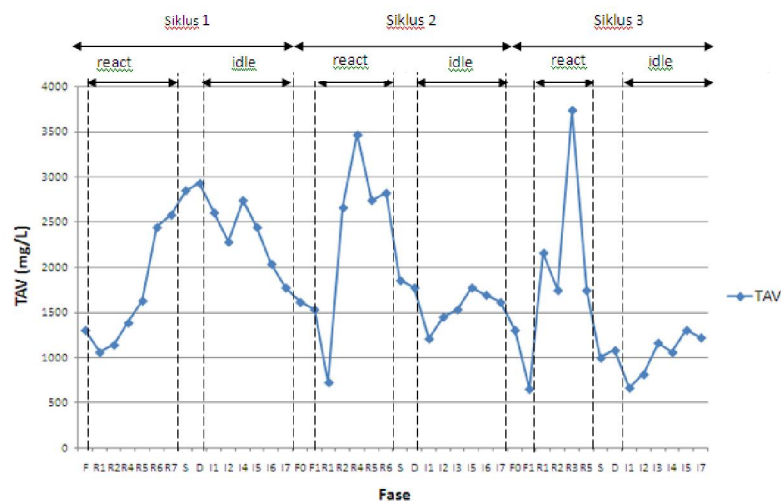
Gambar 6. Grafik Perubahan Alkalinitas

Pada **Gambar 5** memperlihatkan pengaruh aktivitas biomassa terhadap pH. Dapat dilihat bahwa pada fase reaksi hari pertama (R1), pH pada reaktor akan turun drastis pada angka 4.5, ini menunjukkan aktivitas biologi yang menyebabkan lingkungan sekitarnya menjadi asam. Proses anaerob menghasilkan sejumlah asam-asam volatil pada fase asidogenesis. Asam inilah yang menyebabkan penurunan pH reaktor jika tidak diubah menjadi gas metana. Dengan demikian perlu dilakukan pengontrolan pH agar proses secara keseluruhan berjalan dengan baik. Aktivitas bakteri pada proses anaerob pada umumnya berlangsung baik pada pH 6-8. Tahap Pembentukan Asam stabil pada selang pH 6-6.5 (Sixt dan Sahn, 1987 dalam Wijayanti, 2008). Sedangkan untuk tahap pembentukan metana akan berlangsung baik pada selang pH netral (6,8 – 7,2). Organisme metana bekerja pada pH 6,6 hingga 7,6 dengan pH optimum mendekati 7 (Eckenfelder, 2000). Dalam lingkungan asam, kehidupan dan aktifitas bakteri metanogenik akan menurun. Pada siklus 1 dilakukan adjust pH sebanyak 1 kali yaitu pada fase reaksi hari ke 2, lalu pH meningkat dengan sendirinya. Pada siklus 2, adjust

pH dilakukan pada fase reaksi hari 1, hari 2, dan hari 3. Pada siklus 3, adjust pH dilakukan pada fase reaksi hari 1 dan hari 3.

Pada **Gambar 6** merupakan grafik perubahan alkalinitas. Alkalinitas mempresentasikan jumlah total asam yang dapat dinetralkan oleh basa yang ditambahkan ke dalam sistem. Jika konsentrasi asam volatil meningkat, pH di buffer oleh alkalinitas bikarbonat. Nilai alkalinitas yang rendah di dalam reaktor anaerobik bukan merupakan faktor yang aman bila terjadi peningkatan konsentrasi asam volatil. Dengan demikian, dikehendaki agar nilai alkalinitas bikarbonat berkisar antara 2500 dan 5000 mg/L sebagai buffer untuk menangani peningkatan konsentrasi asam volatil yang minimal akan menyebabkan penurunan harga pH (Syafila, 1997 dalam Sharifani, 2009). Jika peningkatan konsentrasi asam volatil menyebabkan jatuhnya alkalinitas pada konsentrasi yang rendah dan juga terjadi penurunan pH yang serius, alkalinitas bikarbonat tambahan perlu ditambahkan ke dalam reaktor.

Suatu alternatif penyelesaian yang dapat dipakai untuk mengontrol alkalinitas dan pH adalah dengan menambahkan bahan-bahan alkali seperti kapur atau NaOH ke dalam reaktor. Terdapat kelebihan dan kekurangan pada pemakaian NaOH atau NaHCO₃. Penggunaan NaOH membuat pH di dalam reaktor cepat naik akan tetapi juga cepat turun dalam waktu yang singkat sedangkan penggunaan NaHCO₃ akan berkontribusi dalam penambahan ion H⁺ sehingga mempengaruhi nilai TAV dan pembentukan gas metana.



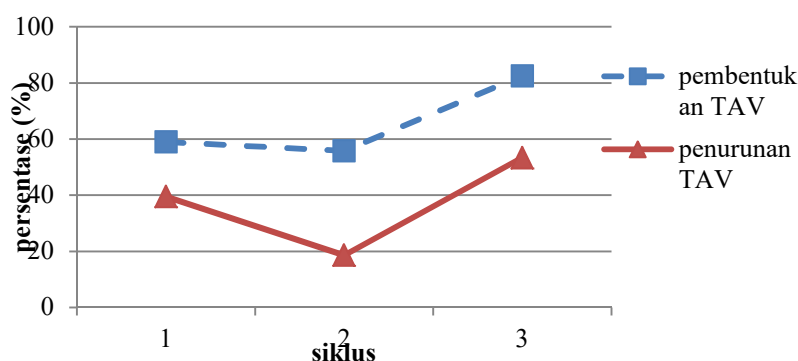
Gambar 7. Grafik Pembentukan dan Penurunan TAV

Proses anaerob akan melalui 3 fase yaitu hidrolisa, asidogenesis, metanogenesis. Salah satu cara untuk mengetahui apakah proses telah berjalan hingga fase metanogenesis adalah dengan mengamati penyisihan asam volatil. Asam volatil sebagai asam asetat merupakan substrat yang seharusnya dikonsumsi oleh bakteri metanogens untuk dikonversi menjadi gas metana dan karbon dioksida.

Tabel 2. Komposisi Gas

No	Waktu	O2	CO2	N2	H2	CH4	Ket
1	150410	19.112	2.9786	77.9093			Running
2	220410	19.7658	1.1952	79.039			Akhir fase reaksi siklus I
3	290410		15.8375	81.0638		3.0987	Akhir fase stabilisasi siklus 1
4	050510		1.0388	98.9612			Akhir reaksi siklus2

Proses pembentukan dan penyisihan asam volatil dapat dilihat pada **Gambar 7**. Pembentukan dan penyisihan TAV ini dilihat pada fase reaksi. Pada siklus 1, dapat disimpulkan bahwa pada fase reaksi baru terjadi pembentukan TAV sebesar 58.9% sehingga belum ada asam volatil yang digunakan biomassa untuk pembentukan metana. Hasil gas dapat dilihat pada **Tabel 2**. Pada akhir reaksi siklus 1 belum terbentuk gas metana. Akan tetapi pada akhir *idle*, metana yang terbentuk sebesar 3%. Ini dapat disimpulkan karena puncak TAV pada siklus 1 berada pada fase *decant* dan mengalami penyisihan sebesar 39.48% sampai akhir *idle*, dimana asam volatil ini digunakan oleh biomassa untuk membentuk metana.



Gambar 8. Perbandingan Laju Pembentukan dan Penurunan TAV

Pada siklus 2, puncak dari TAV berada pada fase reaksi hari ke 4, dengan pembentukan asam volatil sebesar 55,81 % dan penyisihan sampai akhir fase reaksi sebesar 18,60%. Namun jika dilihat dari hasil gasnya pada akhir reaksi siklus 2 belum terbentuk gas metana. Ini kemungkinan disebabkan penyisihan asam volatil belum terlalu besar sehingga proses metanogenesis belum terjadi.

Pada siklus 3, puncak pembentukan TAV berada pada fase reaksi, dengan laju pembentukan sebesar 82,57% dan laju penurunan sebesar 53,33%. Namun pada siklus 3 ini tidak dapat dilakukan pemeriksaan gas dikarenakan alat *Gas Chromatography* yang ada di Laboratorium Teknik Kimia ITB sedang dalam perbaikan.

Jika dilihat dari pembentukan dan penurunan TAV, yang memiliki persentase pembentukan dan penurunan terbesar berada pada siklus 3. Namun pada siklus 3 ini tidak dapat dilakukan pengecekan gas. Asam volatil akan dikonsumsi bakteri methanogen untuk dikonversi menjadi gas methan dan CO₂. Semakin besar reduksi TAV, semakin besar kemungkinan terbentuknya gas methan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diutarakan dapat disimpulkan bahwa variasi waktu reaksi pada perbandingan seeding : substrat sebesar 1: 4 memberikan pengaruh yang cukup signifikan pada parameter kinerja reaktor SBR anaerob, namun pola yang dihasilkan adalah pola yang acak untuk masing-masing fase SBR

Dari hasil analisis penyisihan organik dapat disimpulkan bahwa terdapat kecenderungan penurunan konsentrasi COD pada tiap siklus. Efisiensi penurunan konsentrasi COD pada siklus 1 dengan waktu reaksi 7 hari (50,32%) lebih besar daripada efisiensi pada siklus 2 (43,83%) dan efisiensi penurunan pada siklus 3 dengan waktu reaksi 5 hari (36,36%). Ini juga dapat disebabkan karena waktu stabilisasi (*idle*) yang terlalu lama sehingga biomassa yang ada mati selain itu faktor pengenceran juga mempengaruhi. Untuk parameter pH akan mengalami penurunan drastis hingga sekitar 4.5 pada fase reaksi hari pertama. Ini disebabkan karena adanya aktivitas biomassa yang akan menghasilkan asam volatile sehingga lingkungan disekitarnya menjadi asam. Asam volatile ini digunakan oleh biomassa untuk membentuk gas metana. Pada siklus 1, pembentukan gas metana sebesar 3% dengan penyisihan TAV sebesar 39,48%, pada siklus 2 tidak terbentuk metana dengan penyisihan TAV sebesar 18,6% dan tidak dilakukan pengecekan gas pada siklus 3 dikarenakan Gas Chromatography yang digunakan untuk pengecekan gas masih dalam perbaikan dengan penyisihan TAV sebesar 53,33%.

Jika dilihat dari penyisihan organik yang dipresentasikan dengan COD terlarut, waktu reaksi yang menghasilkan penyisihan terbesar adalah waktu reaksi 7 hari yaitu sebesar 50,32% dan jika dilihat dari pembentukan dan penurunan TAV waktu reaksi 5 hari memberikan angka terbesar sehingga kemungkinan terbentuknya gas metan juga lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani, Savitri Dwi. 2008. *Pengaruh Proses Mekanis Terhadap Karakteristik Fraksi Cair Sampah Organik pada Proses Mechanical Biological Treatment*. Tugas Akhir Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung
- Chu, Yanyang, Qinhui Zhang, and Dimin Xu. 2008. *Advanced treatment of landfill leachate from a sequencing batch reactor (SBR) by electrochemical oxidation process*. *Journal of Environmental Engineering and Science* 7.6, 627 (7).
- Damanhuri, Enri., Tri Padmi. 2006. *Pengelolaan Sampah*, Institut Teknologi Bandung
- Eckenfelder, W.W., 2000. *Industrial Water Pollution Control*, 3rd edition, Singapore.
- Jae-Kune Lee, Kwang-Ho Lee And Soo-Bin Yim. 2007. *Optimization of Nitrogen Removal in a Sequencing Batch Reactor System By Variation Of The Time Distribution*. *Journal of Environmental Science and Health Part A* (2007) **42**, 1655–1663

- Jamrah, A. Al-Futaisi, M. Ahmed. 2008. *Biological Treatment of Greywater Using Sequencing Batch Reactor Technology*. International Journal of Environmental Studies Vol 65, hal 71-85
- Metcalf and Eddy.2003. *Waste Water Engineering: Treatment and Reuse*. Singapore
- N. Callado and E. Foresti.2001. *Removal of Organic Carbon, Nitrogen and Phosphorus in Sequential Batch Reactors Integrating the Aerobic/ Anaerobic Process*. Journal Water Science and Technology, Vol 44, hal 263-270.
- Sawyer, C.N., McCarty, P.L., Parkin, G.F. 2003. *Chemistry for Environmental Engineering*. Singapore
- Sharifani, Shinta.2009. *Degradasi Biowaste Fasa Cair, Slurry, Dan Padat Dalam Reaktor Batch Anaerob Sebagai Bagian Dari Mechanical Biological Treatment (MBT)*. Tugas Akhir Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Susanto, Novri.2008. *Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Terhadap Karakteristik Biowaste Dalam Fasa Padat Pada Proses Mechanical Biological Treatment (MBT)*, Tugas Akhir Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Tengrui, Long, et al. *Characteristics of Nitrogen Removal From Old Landfill Leachate By Sequencing Batch Biofilm Reactor*. American Journal of Applied Sciences 4.4 (2007): 211+
- Wijayanti, Siwi. 2008. *Studi Keterolahan dan Kinetika Reaksi Pengolahan Limbah Cair Security Printing dengan Proses Biologis Anaerob pada Circulating Bed Reactor (CBR) dengan Sistem Sequencing Batch Reactor*, Tesis Magister Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.