

PENGARUH KONSENTRASI INFLUEN DAN DEBIT TERHADAP PENYISIHAN PARAMETER BOD DAN COD PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK ARTIFICIAL (GREY WATER) MENGGUNAKAN REAKTOR UASB

Dini Aryani; Syafrudin^{*)}; Sudarno^{*)}

Abstract

UASB anaerobic digestion is one of the most suitable used to treat waste especially grey water. UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) is one of a kind anaerobic wastewater treatment that operated continuously, sewage flowed vertically in the UASB fermenter from the bottom toward the top pass Sludge Blanket which there is microbial decomposition of waste in it. Domestic waste has a huge contribution to the contamination of water. Domestic waste consists of black water and grey water, but grey water is the most polluting water and there is a few efforts to manage it recently. This study using artificial waste that has been adapted to the original grey water with the highest range in the Gabahan Village, and BSB Neighborhood is the lowest concentration range which will be analyzed then by varying the influent flow and concentration so that the quality of the influent and effluent of each BOD₅ and COD parameter will be known. There are 5 variations of concentration and flow for 25 reactors which extracted the most optimum removal efficiency within designated parameters BOD₅ and COD. The results showed that by varying the influent concentration, the range of values of COD removal efficiency reached 40-77% and 38-75% of BOD₅ allowance. The middle concentration being the most optimum in the BOD₅ allowance with percentage of 75% and COD by 77% and the most optimum flow variations on 0,405 L / hour with the longest HRT to 12 Hours. Results of the research showed that the higher flow will decrease the removal efficiency of BOD₅ and COD.

Key Words: UASB, grey water, flow, concentration

PENDAHULUAN

Secara umum air limbah domestik dibagi menjadi 2 jenis yaitu *black water* dan *grey water*. Namun *grey water* adalah salah satu pencemar yang paling banyak masuk ke badan air. Jumlah total *grey water* diperkirakan mencapai 75% dari volume limbah campuran (Hansen dan Kjellerup, 1994 dalam Eriksson et al, 2002). *Grey water* merupakan limbah domestik seperti air bekas cucian baju, cuci piring dan mandi tidak termasuk limbah toilet/*black water*. Dalam peraturan SNI 03-2398/6379-2000 menyebutkan mengenai 2 hal yang bertentangan, yaitu : yang pertama mengenai semua air limbah harus disalurkan ke tangki septik diikuti oleh sumur peresapan atau bidang peresapan dan yang kedua yaitu mengenai tangki septik terutama digunakan untuk air limbah kakus (*black water*). Sedangkan dalam hal ini juga tidak ada peraturan di Indonesia yang menjelaskan mengenai penanganan limbah "grey water" ini. Maka dari itu, sering

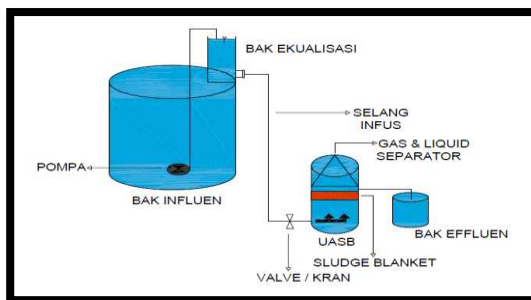
kali di dalam masyarakat kita pembuangan limbah *grey water* ini pada saluran terbuka sehingga menyebabkan air berbau tidak sedap dan tergenang berasal dari saluran depan rumah-rumah penduduk.

Pengolahan yang tepat untuk menangani masalah diatas adalah dengan menggunakan UASB. UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) merupakan salah satu cara pengolahan limbah secara anaerobik yang dioperasikan secara kontinyu, dalam fermentor UASB limbah dialirkan secara vertical dari bagian bawah menuju ke atas melewati Sludge Blanket yang di dalamnya terdapat mikroba pengurai limbah.

Debit dan konsentrasi *grey water* yang fluktuatif dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang ada di lingkungan sekitar dan dapat mempengaruhi hidrolika serta efisiensi reaktor pengolah limbah. Menurut penelitian Primayekti (2011) dengan HRT 4 Jam dan menggunakan limbah *grey water* dapat menyisihkan konsentrasi COD

sebesar 69,48-77,82% dengan debit 2,5 L/Jam. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan penelitian dengan variasi konsentrasi *influent* dan debit dengan HRT 4-12 Jam untuk mendapatkan kondisi optimum reaktor UASB pada skala laboratorium dalam penyisihan parameter BOD₅ dan COD pada air limbah *artificial* terutama pada *grey water*.

BAHAN DAN METODOLOGI



Gambar 1. Skema Rangkaian UASB

Prinsip kerja dari gambar 1 diatas adalah air limbah dimasukkan ke dalam bak *influent* dan kemudian dialirkan ke bak ekualisasi dengan bantuan pompa. Dari bak ekualisasi, limbah dialirkan ke reaktor UASB dengan debit yang sudah direncanakan dan di atur menggunakan kran infus.

Limbah cair dimasukkan ke dalam reaktor UASB dari arah bawah reaktor dan kemudian limbah cair tersebut mengalir ke atas melewati lumpur *bed anaerobik* di mana mikroorganisme dalam lumpur akan kontak dengan substrat limbah cair. Disisi lain, *sludge bed* yang terdiri dari mikroorganisme yang tumbuh secara alami dalam bentuk granul diameter 0.5 sampai 2 mm mempunyai kecepatan pengendapan tinggi sehingga dapat melawan terjadinya *wash out* dari sistem pada beban hidrolik yang tinggi.

Proses degradasi anaerobik akan menghasilkan gas (termasuk biogas berisi CH₄ dan CO₂), dan gerakan gelembung gas yang dilepaskan ke atas menyebabkan pergolakan hidrolik sehingga reaktor membaur secara alami tanpa menggunakan mesin pengaduk.

Di bagian atas reaktor, terjadi pemisahan dari padatan, cair dan gas oleh tiga-tahap alat pemisah (juga dikenal

pemisah gas-cair-padat). Biogas akan ditangkap melalui selang biogas, sedangkan cairan akan mengalir ke bak *effluent*.

Penentuan Variasi Debit

Debit air limbah diambil pada *outlet* bak penampung. Pengaturan debit disesuaikan dengan waktu detensi masing-masing reaktor yaitu 4 jam, 6 jam, 8 jam, 10 jam dan 12 jam dengan volume reaktor 4,86 liter. Jadi variasi debit yang didapat berdasarkan lama waktu tinggal yang rencanakan adalah :

$$Q_1 = 4,86 \text{ L/4 jam} = 1,215 \text{ L/jam}$$

$$Q_2 = 4,86 \text{ L/6 jam} = 0,81 \text{ L/jam}$$

$$Q_3 = 4,86 \text{ L/8 jam} = 0,6075 \text{ L/jam}$$

$$Q_4 = 4,86 \text{ L/10 jam} = 0,486 \text{ L/jam}$$

$$Q_5 = 4,86 \text{ L/12 jam} = 0,405 \text{ L/jam}$$

Bahan yang diperlukan:

1. Limbah artificial dilakukan dengan menggunakan aquades dan glukosa (C₆H₁₂O₆). Glukosa digunakan sebagai pengganti COD dan BOD₅
2. Lumpur tinja (sebagai bakteri anaerobik);
3. *Reactor* berbentuk tabung yang berfungsi sebagai tangki anaerob. Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk tabung yang terbuat dari fiber dengan dimensi diameter 10,16 cm (4 inch) dan tinggi 60 cm dengan volume lumpur 35% dari volume limbah.
4. Bak penampung
5. Akuarium
6. Ember, sebagai tempat penampung *effluent* dari reaktor.

Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah tahap mengkondisikan mikroorganisme agar dapat hidup dan melakukan adaptasi. Dalam tahap aklimatisasi ini di bagi menjadi 2 tahap yaitu aklimatisasi 50% dan 100%. Pada tahap aklimatisasi 50% di lakukan selama 22 hari sedangkan aklimatisasi 100% selama 12 hari.

Running

Setelah tahap aklimatisasi 100% selesai, dilanjutkan dengan tahap *running* selama 20 hari.



Gambar 2. Rangkaian UASB

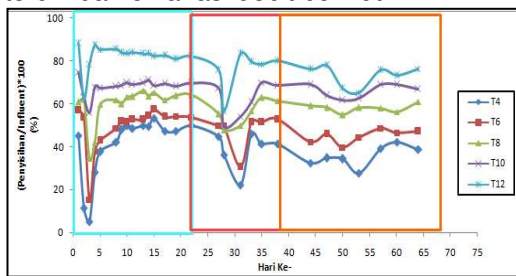
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Variasi konsentrasi dalam jumlah 100%

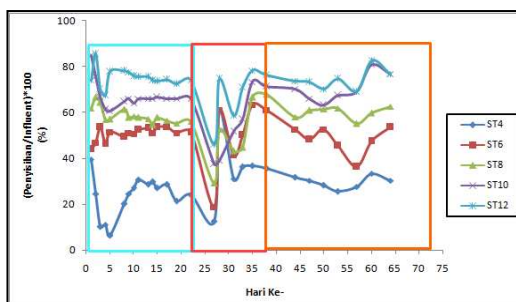
Keterangan	Konsentrasi	
	BOD5 (mg/L)	COD (mg/L)
Konsentrasi Tinggi	107	155
Konsentrasi Sedang-Tinggi	350	560
Konsentrasi Sedang	525	840
Konsentrasi Rendah-Sedang	700	1120
Konsentrasi Rendah	875	1400

Pengaruh Variasi Debit Terhadap Efisiensi Penyisihan COD

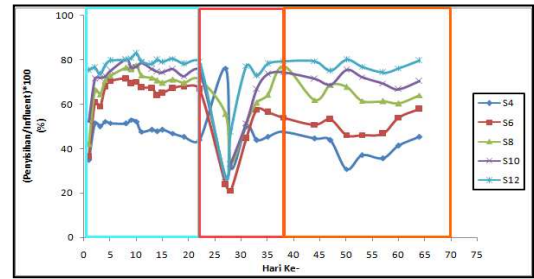
Dengan adanya variasi debit yang di analisis, maka akan di dapatkan debit yang paling optimum dalam menyisihkan COD. Pada kotak yang berwarna biru dibawah ini adalah tanda untuk tahap aklimatisasi 50%, sedangkan kotak yang berwarna merah adalah tahap aklimatisasi 100% dan yang berwarna orange untuk tanda tahap *running*. Dibawah ini terdapat grafik yang terdiri dari 5 variasi debit berikut ini :



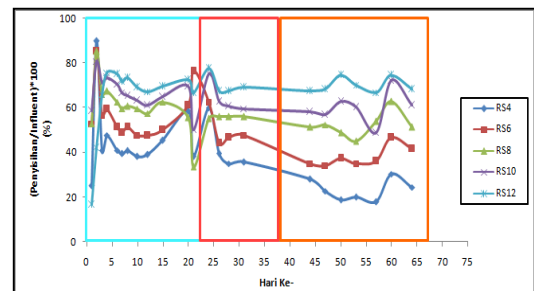
(a)



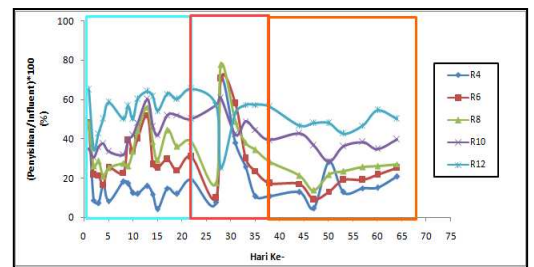
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 3. Pengaruh Variasi Debit Terhadap Efisiensi Penyisihan COD Pada :
(a) Konsentrasi Tinggi; (b) Konsentrasi Sedang-Tinggi; (c) Konsentrasi Sedang; (d) Konsentrasi Rendah-Sedang; (e) Konsentrasi Rendah

Pada grafik efisiensi penyisihan yang dapat dilihat pada gambar 3 (a) mengalami fluktuasi pada awal tahap aklimatisasi 50% dan aklimatisasi 100%. Pada tahap *running*, hari ke-47 hingga hari ke-57 pada debit 1,215 L/Jam dan 0,405 L/Jam mengalami fluktuasi yang cukup signifikan. Selang hari ke-57 semua variasi debit sudah mengalami kestabilan. Menurut Kristaufan (2010) bahwa kestabilan operasi dan keberhasilan kinerja sistem UASB sangat tergantung pada kualitas lumpur yang memiliki kecepatan pengendapan yang besar dan keaktifan metanogenik tinggi, yang biasanya terdapat dalam bentuk lumpur granul. Hasil efisiensi penyisihan yang terbesar dari tahap

**)Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip
 Jl. Prof. H. Sudarto SH. Tembalang, Semarang*

aklimatisasi 50% hingga *running* terdapat pada debit 0,405 L/Jam dengan HRT 12 Jam dengan prosentase sebesar 82%, 76% dan 73%.

Sama seperti kondisi pada konsentrasi tinggi, pada konsentrasi sedang-tinggipun juga mengalami fluktuasi pada awal aklimatisasi 50% dan 100%. Pada gambar 3 (b) terlihat bahwa pada debit 1,215 L/Jam saat aklimatisasi 50% mengalami fluktuasi yang sangat signifikan. Seperti pada hari ke-5, debit 1,215 L/Jam mengalami peningkatan efisiensi penyisihan COD yang sangat statis. Untuk hasil efisiensi penyisihan rata-rata yang terbesar dari aklimatisasi 50% hingga *running* berada pada debit 0,405 L/Jam HRT 12 jam dengan hasil prosentase masing-masing tahap yaitu 75%, 67%, dan 74%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Damayanti (2000) yang menyatakan bahwa untuk perpanjangan waktu reaksi akan menghasilkan penyisihan organik yang lebih baik.

Jika dibandingkan dengan hasil efisiensi penyisihan COD pada tahap *running* konsentrasi sedang-tinggi maka hasilnya lebih besar pada konsentrasi sedang ini yaitu terpaut 3%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Syafila dkk (2003) yang menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi COD, maka menyebabkan penurunan efisiensi penyisihan COD. Dalam waktu tinggal yang sama, semakin besar konsentrasi zat organik (COD) akan menghasilkan semakin banyak asam volatil dari proses asidogenesis. Kondisi ini menyebabkan bakteri metanogen tidak dapat melangsungkan proses metanogenesis dengan sempurna, sehingga hanya sebagian produk proses asidogenesis yang dikonversi menjadi gas metan dan mengakibatkan penurunan penyisihan COD.

Gambar 3 (d) tahap aklimatisasi 100% selalu stabil dari awal hingga akhir, maka dilanjutkan ke tahap *running*. Pada tahap *running* dari hari ke-47 hingga akhir tahap *running* mengalami fluktuasi yang tidak terlalu signifikan. Untuk hasil efisiensi penyisihan terbesar dari aklimatisasi 50% hingga *running* berada pada variasi debit yang berbeda-beda. Hasil efisiensi penyisihan yang terbesar pada aklimatisasi

50% terdapat pada debit 0,486 L/Jam, sedangkan aklimatisasi 100% pada debit 0,405 L/Jam dan *running* juga terdapat pada debit 0,405 L/Jam dengan hasil prosentase dari tahap 50%, aklimatisasi 100% dan tahap *running* sebesar 67%, 70%, dan 70%.

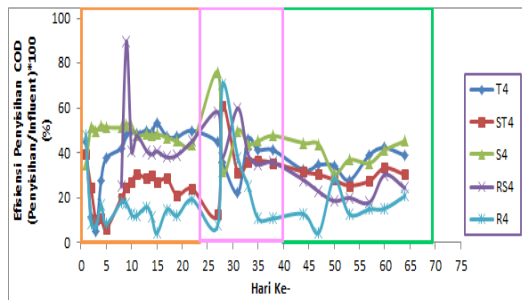
Hasil rata-rata efisiensi penyisihan yang terbesar pada konsentrasi rendah tahap aklimatisasi 50% hingga tahap *running* semuanya berada pada debit 0,405 L/Jam dengan hasil prosentase sebesar 56%, 51% dan 48%. Titik akhir aklimatisasi dicapai ketika penurunan COD telah menunjukkan angka yang stabil, yaitu pada kondisi penyisihan senyawa organik telah konstan dengan fluktuasi yang tidak lebih dari 10% (Herald, 2010). Jika dibandingkan dengan konsentrasi rendah-sedang sebelumnya, hasil efisiensi penyisihan rata-rata yang terbesar dengan selisih antara 10-40% dan lebih besar pada konsentrasi rendah-sedang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Aslan dan Sekerdag (2008), yang menyatakan bahwa variasi konsentrasi COD pada influen memberikan pengaruh terhadap tingkat penyisihan. Dan Suriadi (1997) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi COD yang masuk ke dalam reaktor maka semakin besar jumlah COD yang disisihkan.

Jika membandingkan lima variasi debit, efisiensi penyisihan terbesar selalu terjadi pada debit terkecil, yaitu 0,405 L/Jam dengan waktu tinggal 12 jam. Hal serupa juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Husin (2008) bahwa terjadi peningkatan efisiensi seiring bertambahnya waktu tinggal pada reaktor berarti ini, semakin lama limbah berada dalam sistem akibatnya kontak antar biomassa dengan substrat juga semakin lama dengan demikian proses degradasi biologis berlangsung semakin baik, sehingga efisiensi penurunan total COD juga meningkat.

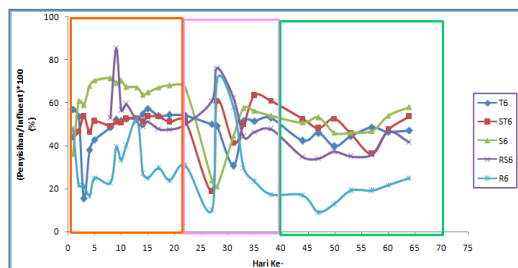
Pengaruh Variasi Konsentrasi Influent Terhadap Efisiensi Penyisihan COD

Pada 5 gambar dibawah ini terdapat 5 variasi konsentrasi yang berbeda-beda. Dari 5 variasi konsentrasi ini ,akan dapat diketahui 1 konsentrasi yang optimum dalam menyisihkan parameter COD. Pada

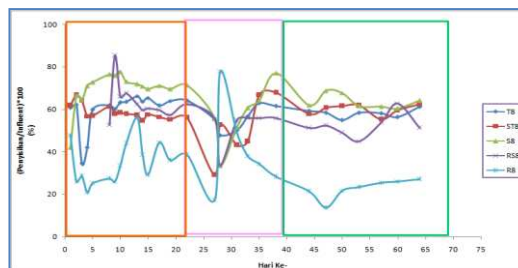
kotak yang berwarna orange merupakan tahap aklimatisasi 50%, sedangkan kotak warna pink adalah tahap aklimatisasi 100% dan kotak berwarna hijau adalah tahap *running*



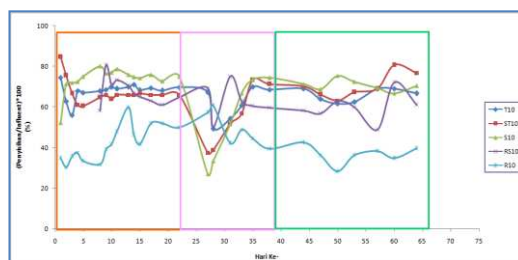
(a)



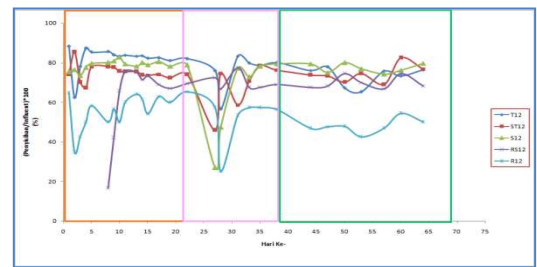
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 4. Pengaruh Variasi Debit Terhadap Efisiensi Penyisihan COD Pada :
(a) Debit 1.215 L/Jam; (b) Debit 0.81 L/Jam; (c) Debit 0.6075 L/Jam; (d) Debit 0.486 L/Jam; (e) Debit 0.405 L/Jam

Dilihat pada gambar 4 (a) dari tahap aklimatisasi 50% hingga tahap *running* sangat berfluktuasi. Seperti salah satu contohnya saat aklimatisasi 100% hari ke-28 pada R4 dengan *influen* 160 mg/l pada R4 mampu mendegradasi dengan efisiensi sebesar 70,63%. Sejalan dengan penelitian Indriani (2007) bahwa semakin tinggi konsentrasi zat organik yang masuk, maka degradasi zat organik yang terjadi juga semakin besar. Untuk efisiensi penyisihan yang terbesar pada tahap aklimatisasi 50% hingga tahap *running* berada pada konsentrasi sedang dengan prosentase sebesar 48% ; 49% dan 40%.

Pada debit 0,81 L/Jam ini, efisiensi penyisihan COD yang terbesar berada pada konsentrasi yang berbeda-beda. Pada tahap aklimatisasi 50% berada pada konsentrasi sedang sebesar 65%, aklimatisasi 100% berada pada konsentrasi rendah-sedang sebesar 56% sedangkan pada tahap *running* berada pada konsentrasi sedang sebesar 51%.

Jika hasil efisiensi penyisihan pada debit 0,6075 L/Jam dibandingkan dengan debit 1,215 L/Jam maka dapat diketahui bahwa hasil rata-rata efisiensi penyisihan pada gambar 4 (c) yang terbesar berada pada konsentrasi yang sama yaitu pada konsentrasi sedang dan hasil yang didapatkan lebih besar pada debit 0,6075 L/Jam dengan selisih $\pm 20\%$. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Ahmad (1999) yang menyatakan bahwa laju alir umpan yang rendah sehingga mikroorganisme memiliki waktu yang lebih lama untuk mendegradasi senyawa organik yang

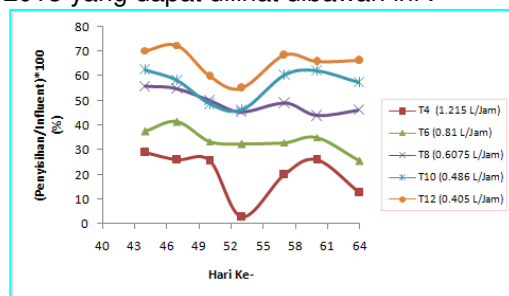
terkandung di dalam limbah cair yang diolah.

Hasil dari efisiensi penyisihan yang terbesar pada gambar 4 (d) aklimatisasi 50% berada pada konsentrasi sedang sebesar 74%, aklimatisasi 100% berada pada konsentrasi rendah-sedang sebesar 63% sedangkan tahap *running* berada pada konsentrasi sedang sebesar 71%. Menurut Von Sperling, *et al.*, 2001 bahwa efisiensi reduksi COD 69-84% dapat dicapai oleh reaktor UASB.

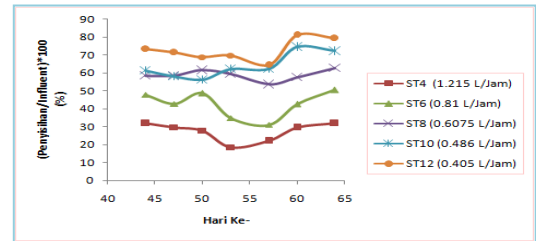
Hasil efisiensi penyisihan COD yang terbesar pada debit 0,405 L/Jam dari aklimatisasi 50% hingga *running* berada pada konsentrasi yang berbeda-beda. Pada aklimatisasi 50% dan 100% terdapat pada konsentrasi tinggi dengan nilai sebesar 82 % dan 76%, sedangkan pada tahap *running* berada pada konsentrasi sedang dengan nilai sebesar 77%. Jika dibandingkan dengan variasi konsentrasi dari konsentrasi tinggi hingga konsentrasi rendah ini, hasil rata-rata efisiensi penyisihan yang terbesar dan yang terbanyak terdapat pada konsentrasi sedang.

Pengaruh Variasi Debit Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD

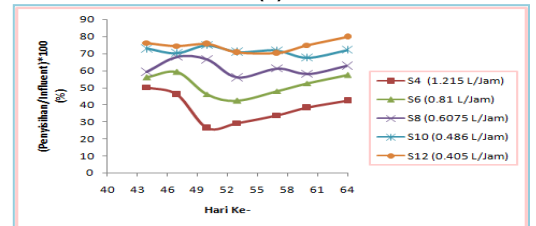
Berbeda pada konsentrasi COD terhadap pengaruhnya pada variasi konsentrasi *influent* maupun debit yang hasilnya dijelaskan per tahap mulai dari aklimatisasi 50% hingga tahap *running*, pada konsentrasi BOD ini yang akan dipaparkan hanya pada atahp *running* yang dilakukan selama 21 hari dengan waktu yang sama dengan konsentrasi COD sebelumnya yaitu dimulai pada tanggal 1 September hingga tanggal 21 September 2013 yang dapat dilihat dibawah ini :



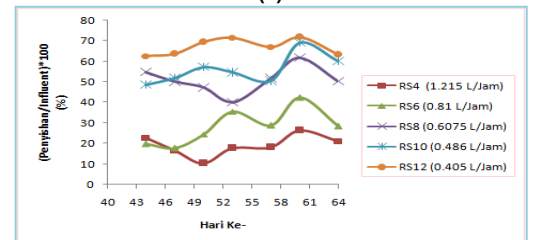
(a)



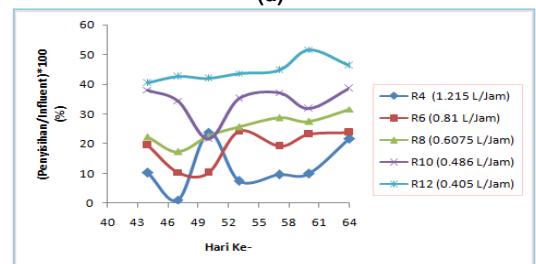
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 5. Pengaruh Variasi Debit Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD Pada :
(a) Konsentrasi Tinggi; (b) Konsentrasi Sedang-Tinggi; (c) Konsentrasi Sedang; (d) Konsentrasi Rendah-Sedang; (e) Konsentrasi Rendah

Pada gambar 5 (a) terlihat bahwa debit 1.215 L/Jam hari ke-53 memiliki efisiensi penyisihan BOD yang terkecil yaitu sebesar 3 mg/L. Ini dikarenakan hasil *influen* cukup tinggi pada hari tersebut yaitu sebesar 629 mg/L dan *effluent* yang dihasilkan besar dengan nilai 612 mg/L. Untuk hasil rata-rata efisiensi penyisihan BOD yang terbesar pada konsentrasi tinggi ini terdapat pada debit 0.405 L/Jam dengan nilai prosentase sebesar 66%, sedangkan yang terkecil pada debit 1.215 L/Jam dengan nilai sebesar 20%. Menurut Ali., *et al* (2007) dan Nugrahini dkk (2008), waktu tinggal

yang lama dalam reaktor memberikan waktu yang lebih lama terhadap mikroorganisme untuk menguraikan zat organik sehingga efisiensi yang dihasilkan akan lebih baik.

Hasil rata-rata efisiensi penyisihan BOD pada gambar 5 (b) yang terbesar terdapat pada debit 0,405 L/Jam pada HRT 12 Jam dengan prosentase sebesar 73%. Hasil ini berlawanan dengan penelitian yang dilakukan Yu *et al.* (2000) yang menyatakan peningkatan waktu tinggal diatas 6 jam tidak menyebabkan peningkatan efisiensi removal BOD₅ dan COD yang signifikan karena waktu tinggal yang lama diatas 6 jam dapat mengakibatkan konsentrasi substrat menjadi rendah pada proses fermentasi.

Dengan keadaan yang sama, pada konsentrasi sedang terlihat bahwa pada debit 0,6075 L/Jam, 0,81 L/Jam dan 1,215 L/Jam pada hari ke-50 mengalami penurunan efisiensi penyisihan. Setelah hari ke-50, semua variasi debit sudah mencapai titik stabil. Efisiensi penyisihan yang terbesar berada pada debit 0,405 L/Jam dengan nilai prosentase sebesar 75%. Jika dibandingkan dengan hasil efisiensi penyisihan yang terbesar pada konsentrasi sedang-tinggi sebelumnya hanya beda selisih sebesar 2%.

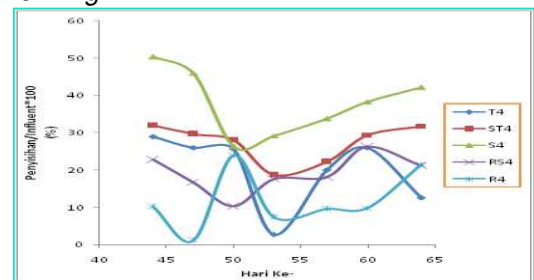
Pada gambar 5 (d) terlihat bahwa pada debit 0,6075 L/Jam mengalami penurunan yang cukup signifikan pada hari ke-53, tetapi pada variasi debit yang lain pada hari yang sama mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Ini dikarenakan kurang perlahan menuangkan air limbah ke dalam gelas beker yang dapat menyebabkan aerasi dan menambah besarnya DO₅. Untuk nilai rata-rata yang terbesar pada efisiensi penyisihan sama-sama terdapat pada debit 0,405 L/Jam pada HRT 12 Jam dengan prosentase 67%. Hasil ini menunjukkan bahwa harus cukup lama untuk proses metabolisme oleh bakteri anaerobik dalam reaktor pengurai (Sterritt dan Lester, 1988).

Terlihat pada gambar 5 (e) debit 0.405 L/Jam mengalami stabil, tetapi pada hari ke-60 debit ini mengalami kenaikan kemudian turun kembali. Hasil ini seiring dengan nilai pH nya yang juga mengalami fluktuasi dari 8,38 kemudian naik menjadi 8,49 dan turun menjadi 7,6. Dari debit 1.215 L/Jam hingga 0.405 L/Jam yang

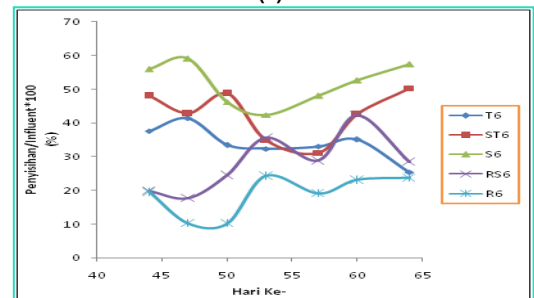
menghasilkan *effluent* terbesar selalu pada debit 1,215 L/Jam. Dan untuk hasil rata-rata terbesar untuk nilai efisiensi penyisihan terdapat pada debit 0.405 L/Jam.

Pengaruh Variasi Konsentrasi *Influent* Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD

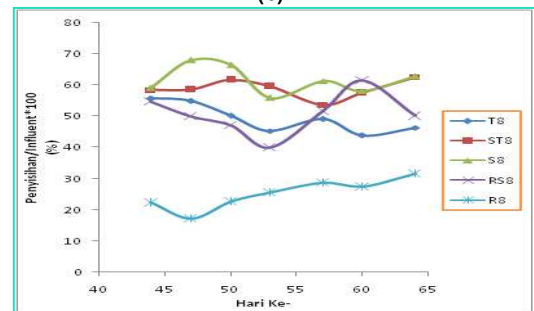
Pada gambar dibawah ini terdapat 5 variasi konsentrasi untuk mendapatkan efisiensi penyisihan BOD yang paling optimum. Hasil BOD ini diambil saat tahap *running*.



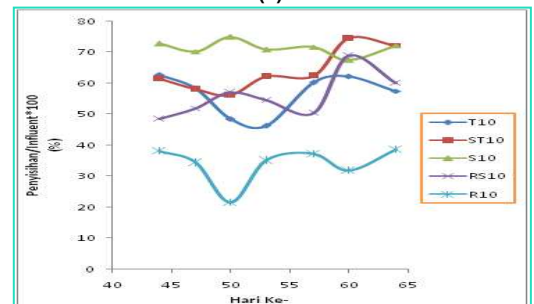
(a)



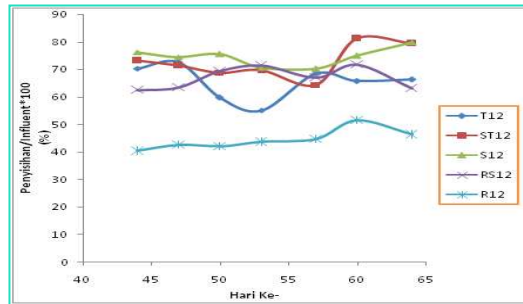
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 6. Pengaruh Variasi Konsentrasi Influent Efisiensi Penyisihan BOD Pada :

- (a) Debit 1.215 L/Jam; (b) Debit 0.81 L/Jam;
(c) Debit 0.6075 L/Jam; (d) Debit 0.486 L/Jam;
(e) Debit 0.405 L/Jam

Berdasarkan gambar 6 (a) pada R4 hingga hari ke-53 mengalami fluktuasi yang sangat signifikan daripada variasi konsentrasi yang lain. Tetapi setelah hari ke-53 semua variasi konsentrasi sudah mencapai titik stabil. Sama seperti hasil penyisihannya, pada nilai rata-rata terbesar efisiensi penyisihan terdapat pada konsentrasi yang sama yaitu pada konsentrasi sedang dengan nilai prosentase sebesar 38%.

Nilai rata-rata efisiensi penyisihan debit 0,81 L/Jam terdapat pada konsentrasi sedang dengan nilai prosentase lebih besar dari debit 1,215 L/Jam yaitu sebesar 52%. Hal tersebut mungkin terjadi karena terdapat zat yang menjadi menghambat. Menurut Tchobanoglous (2003) banyak zat organik yang sulit untuk dioksidasi secara biologi dan zat organik tertentu dapat menjadi racun bagi mikroorganisme yang digunakan dalam tes BOD₅.

Pada gambar 6 (c) semua variasi konsentrasi cenderung stabil. Tetapi pada S8 dan ST8 sempat mengalami fluktuasi pada hari ke-47 dan hari ke-57. Ini disebabkan saat penelitian suhu inkubator sempat tidak stabil maka hasil D₀₅ tidak maksimal. Nilai rata-rata efisiensi penyisihan yang terbesar terdapat pada konsentrasi sedang sebesar 62%.

Gambar 6 (d) efisiensi penyisihan pada debit 0.486 L/Jam terlihat bahwa pada R10 hasilnya jauh dari rentang konsentrasi yang lain yaitu hanya berkisar 30%, sedangkan konsentrasi yang lain berkisar 50-80%. Pada hari ke-50, R10 mengalami penurunan yang cukup signifikan dari 34 mg/L menjadi 22 mg/L. Hasil rata-rata

efisiensi penyisihan yang terbesar terdapat pada konsentrasi sedang sebesar 71%.

Untuk nilai rata-rata penyisihan yang terbesar pada gambar 6 (e) terdapat pada konsentrasi sedang-tinggi dengan nilai sebesar 445 mg/L. Untuk nilai rata-rata efisiensi penyisihan debit 0.405 L/Jam yang terbesar terdapat pada konsentrasi sedang dengan prosentase sebesar 75%.

Matriks Hubungan Variasi Konsentrasi Influent dan Debit Terhadap Efisiensi Penyisihan Parameter BOD dan COD

Setelah dijelaskan dengan tabel dibawah ini maka akan diketahui konsentrasi dan debit yang paling optimum dalam penyisihan BOD dan COD.

Tabel 3 Pengaruh Variasi Konsentrasi Influent dan Debit Terhadap Penyisihan BOD dan COD

VARIASI	BOD	COD	KETERANGAN
	EFISIENSI PENYISIHAN (%)		
KONSENTRASI			
1.215 L/Jam	38	40	KONSENTRASI SEDANG
0.81 L/Jam	52	51	KONSENTRASI SEDANG
0.6075 L/Jam	62	64	KONSENTRASI SEDANG
0.486 L/Jam	71	71	KONSENTRASI SEDANG
0.405 L/Jam	75	77	KONSENTRASI SEDANG
DEBIT			
KONSENTRASI TINGGI	66	73	DEBIT 0.405 L/JAM
KONSENTRASI SEDANG-TINGGI	73	74	DEBIT 0.405 L/JAM
KONSENTRASI SEDANG	75	77	DEBIT 0.405 L/JAM
KONSENTRASI RENDAH-SEDANG	67	70	DEBIT 0.405 L/JAM
KONSENTRASI RENDAH	44	48	DEBIT 0.405 L/JAM

Pada tabel 3 diatas dapat disimpulkan bahwa efisiensi penyisihan BOD yang optimum terhadap pengaruh variasi konsentrasi terdapat pada konsentrasi sedang dengan efisiensi penyisihan sebesar 75%. Sedangkan pada efisiensi penyisihan COD terdapat pada konsentrasi

yang sama yaitu konsentrasi sedang dengan prosentase sebesar 77%. Hasil prosentase yang dihasilkan BOD lebih kecil 2% dari COD. Untuk variasi debit, debit yang paling optimum berada pada debit yang terkecil sebesar 0.405 L/Jam dan HRT yang terlama yaitu 12 Jam.

KESIMPULAN

1. Pengaruh variasi debit dan konsentrasi *influent* terhadap penyisihan BOD dan COD pada pengolahan limbah *artificial grey water* menggunakan UASB, yaitu:
 - a. Semakin kecil debit maka penyisihan BOD dan COD semakin meningkat sehingga efisiensi penyisihannya pun juga meningkat.
 - b. Semakin besar nilai konsentrasi *influent* maka belum tentu nilai penyisihan maupun efisiensi penyisihannya kecil.
2. Efisiensi penyisihan COD berdasarkan variasi konsentrasi mencapai 40%-77% sedangkan penyisihan BOD sebesar 38%-75% ;
3. Nilai efisiensi penyisihan BOD dan COD yang optimum terjadi pada konsentrasi sedang dengan prosentase sebesar 75% dan 77% berada pada debit 0,405 L/Jam

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2001). "Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air". Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Thn. 2001.
- Aslan, Sibel dan Sekerdag, Nusret. 2008. *The Performance of UASB Reactors Treating High-Strength Wastewaters*. Journal of Environmental Health. FindArticles.com
- Dhamayanthie, I., 2000, *Pengolahan Limbah Cair Industri Textile dengan Proses Anaerob*, Thesis Master, Program Studi Teknik Kimia, Program Proses Sarjana ITB Bandung.
- Husin, Amir. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed. Decentralised Sanitation and Reuse*. UK: IWA Publishing, pp 57-72
- Lettinga, G. and Hulshoff Pol, L.W. 1991. *UASB Process Design for Various Types of Wastewater*. Water Science Technology, vol. 24 (8), 87-109.
- Mahmoud, N., G. Zeeman, H. Gijzen, G. Lettinga. 2003. *Solid Removal in Upflow Anaerobic Reactors, A Review*. Biosource Technology, 90 :1-9
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 10/PERDA/07/2004 tentang Baku Mutu Air Limbah .
- Said, Nusa Idaman. 2002. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Dengan Proses Biologis, Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*. h 79-147. Samarinda: BPPT-BAPEDALDA
- Sterritt, R. M dan Lester J. N, 1988. *Microbiology for Environmental and Public . Health Engineers*. E & F. N. Spon Ltd : London.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. UI Press. Jakarta. Suriadi, Endang. 1997. *Pengaruh Konsentrasi COD Terhadap Efektivitas Pengolahan Air Limbah Secara UASB*. Bulletin Penelitian, April 1997, Vol. XIX, No. 1.
- Syafila, Mindriany, Asis H. Djajadiningrat, dan Marisa Handajani. 2003. *Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob dengan Media Batu untuk Pengolahan Air Buangan yang Mengandung Molase*. PROC. ITB Sains & Tek. Vol. 35 A, No. 1, 2003, 19-31.
- Tchobanoglous, George and Franklin L. Burton. 2003. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. 4th ed. McGraw-Hill Book Co : Amerika.