Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik
ISSN 1411 - 0903
Vol. 15, No. 1, Maret 2013: 20 - 23

PENGARUH PENAMBAHAN FESES SAPI PADA PROSES DEGRADASI BAHAN ORGANIK LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR *UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET* (UASB)

Nugrahini, P. dan Kristianto, A.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung Jalan Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung, Lampung Telp. (0721) 701609 ext 222
E-mail: Ardy_Kristianto@ymail.com

ABSTRAK

Limbah industri kelapa sawit merupakan limbah yang memiliki kandungan organik yang tinggi dan berbahaya untuk lingkungan. Salah satu bahan organik yang paling berbahaya adalah c*hemical oxygen demand* (COD) sehingga harus didegradasi terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Proses degradasi limbah cair industri yang paling baik yaitu reaktor *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB). Selain dapat mendegradasi COD yang ada didalam limbah dengan baik, reaktor UASB juga dapat menghasilkan biogas yang mengandung metana sebesar 50-70%. Kinerja reaktor UASB bergantung pada aktivator yang digunakan. Selama ini aktivator yang biasa digunakan adalah lumpur aktif namun terkadang lumpur tersebut hanya mengandung sedikit mikroorganisme yang aktif. Untuk mengatasi masalah tersebut penambahan feses sapi ke dalam aktivator merupakan salah satu pilihan terbaik untuk meningkatkan kinerja reaktor UASB. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rasio campuran terbaik antara feses sapi dengan lumpur aktif agar dapat mendegradasi COD sekaligus menghasilkan biogas yang banyak. Rasio campuran lumpur aktif (L) dan feses sapi (F) yang digunakan untuk masing-masing reaktor UASB antara lain 60%: 40% ($L_{60}F_{40}$), 80%: 20% ($L_{80}F_{20}$) dan 100%: 0% ($L_{100}F_{0}$). Nilai kadar COD dan tingginya tekanan biogas didalam selang manometer yang terbentuk selama 36 hari proses degradasi yaitu $L_{60}F_{40}$ sebesar 8.003,5 mg/L & 5,6 cmH_2O, $L_{80}F_{20}$ sebesar 4.162 mg/L & 8,2 cmH_2O dan $L_{100}F_{0}$ sebesar 12 mg/L & 12 cmH_2O. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa rasio campuran terbaik untuk proses pendegradasian limbah cair kelapa sawit menggunakan reaktor UASB adalah $L_{80}F_{20}$.

Kata kunci: feses Sapi, limbah cair kelapa sawit, lumpur aktif, rasio campuran, reaktor UASB

ABSTRACK

Palm oil water waste industry is dangerous for environment because of organic compound. One of organic compound which most dangerous is chemical oxygen demand (COD). it must be degraded before disposed into the environment. COD degradation process with reactor UASB is the best degradation process among the others. Besides being able to degrade COD finely, can also produce biogas (methane 50-70%). Performance of UASB reactor is depend on the activator. Activator which commonly used is activated sludge but sometimes the activated sludge contains very little active microorganisms. To solve these problems, addition of cattle beef feces into the activator is one of the best options to improve the performance of UASB reactors. This research aims to determine the best mix ratio between cattle beef feces with activated sludge to degrade COD. Mix ratio of activated sludge (L) and cattle beef feces (F) which used for each UASB reactors is 60%: 40% ($L_{60}F_{40}$), 80% : 20% ($L_{80}F_{20}$) and 100%: 0% ($L_{100}F_{0}$) . COD value and the number of levels of biogas formed at manometer during the 36 days that the degradation process $L_{60}F_{40}$ at 8.003,5 mg/L & 5,6 cmH_2O, $L_{80}F_{20}$ of 4.162 mg/L & 8,2 cmH_2O and $L_{100}F_{0}$ of 5762 mg/L & 12 cmH_2O. From these results, it can be concluded that the best mix ratio for the degradation of palm oil waste water using UASB reactor is $L_{80}F_{20}$.

Key words: *activated sludge, cattle beef feces, mix ratio, palm oil waste water, upflow anaerobic sludge blanket reactor*

PENDAHULUAN

Pada umumnya limbah cair industri sangatlah berbahaya apabila langsung dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan *treatment* terlebih dahulu karena memiliki kandungan COD yang sangat besar. Limbah cair industri yang memiliki kandungan COD paling besar yaitu limbah cair kelapa sawit. Meskipun memiliki kadar COD yang tinggi namun limbah ini sangat berpotensi untuk menghasilkan biogas (Tobing *dkk.,* 2000).

Biogas yang dihasilkan dari proses pendegradasian limbah tersebut merupakan biogas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena mengandung metana (CH_4) sebesar 50-70% sedangkan sisanya merupakan karbon dioksida (CO_2) (Metcalf and Eddy., 1991).

Pengolahan yang paling baik untuk mengatasi limbah cair kelapa sawit adalah dengan reaktor *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB). Cara tersebut memanfaatkan mikroorganisme yang ada didalam lumpur aktif untuk mendegradasi kadar COD limbah. Selain itu juga cara tersebut dapat menghasilkan biogas yang cukup banyak (Pratama, 2007).

Meskipun memiliki kemampuan mendegradasi kadar COD dan menghasilkan biogas, cara pendegradasian limbah dengan reaktor UASB memiliki kekurangan. Kekurangan dari reaktor UASB adalah bergantungnya kinerja reaktor UASB pada mikroorganisme pendegradasinya. Masalah yang sering terjadi pada reaktor UASB adalah sulitnya mendapatkan lumpur aktif yang mengandung banyak mikroorganisme yang aktif (Kurniadi, 2011). Lumpur yang mengandung banyak mikroorganisme akan berperan untuk memperlancar proses pendegradasian. Sebaliknya jika lumpur aktif hanya mengandung sedikit mikroorganisme maka akan menyebabkan sulitnya limbah untuk didegradasi sehingga reaktor UASB tidak akan menghasilkan biogas.

Untuk mengatasi masalah yang sering terjadi pada

reaktor UASB dibutuhkan penambahan substrat lain pada lumpur aktif yang memiliki mikroorganisme anaerob aktif ke dalam aktivator reaktor UASB. Subsrat yang sangat potensial untuk ditambahkan kedalam aktivator adalah feses sapi. Didalam feses sapi banyak mengandung mikroorganisme aktif dan pasokan nutrisi untuk mikroorganisme sehingga dengan penambahan ini diharapkan akan meningkatkan unjuk kerja dari reaktor UASB dalam mendegradasi kadar COD dan menghasilkan biogas (Hasanah, 2010).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu reaktor UASB, tabung reaksi, tangki penampung limbah, spektrofotometer, COD reaktor, *manometer*, pH indicator. Sedangkan bahan yang digunakan terdiri dari limbah cair kelapa sawit PTPN VII Unit Usah Bekri, lumpur aktif PTPN VII Unit Usah Bekri, feses sapi dari kandang sapi Jurusan Peternakan Unversitas Lampung, aquades, *COD reagent*.

Prosedur Penelitian

Persiapan Proses Pendegradasian

Tahap awal yang dilakukan untuk menjalankan proses degradasi adalah pembuatan aktivator yang terdiri dari lumpur aktif dan feses sapi. Feses sapi pada awalnya di campur dengan aquades dengan rasio 1:1 sebelum mencampurkannya dengan lumpur aktif. Campuran lumpur aktif (L) dan feses sapi (F) (v/v) yang digunakan adalah 60%:40% ($L_{60}F_{40}$), 80%:20% ($L_{80}F_{20}$) dan 100%:0% ($L_{100}F_{0}$). Campuran aktivator tersebut dimasukkan kedalam reaktor UASB sebanyak 60% volume kerja reaktor UASB atau sebanyak 1,6 Liter. Selanjutnya limbah cair dialirkan ke dalam reaktor dari bagian bawah reaktor dengan kecepatan 200 ml/jam selama 10 jam agar limbah tersebut dapat berkontak terlebih dahulu dengan mikroorganisme yang sudah ada didalam reaktor sebelumnya. Setelah itu dimulailah proses degradasi limbah cair kelapa sawit secara *batch* (Tidak adanya aliran masuk dan keluar di reaktor UASB).

Analisis Hasil Degradasi

Analisis sampel limbah dilakukan setiap hari selama 36 hari. Peubah yang diamati terdri dari kandungan c*hemical oxygen demand* (COD), derajat keasaman (pH), dan tekanan biogas yang terbentuk dalam satuan cmH_2O.

Analisis kandungan COD dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer. Tahap pertama yang dilakukan yaitu pembuatan larutan blanko (*reagent* COD + aquades) dan sampel limbah yang ingin dianalisis (*reagent* COD + sampel). Sebelum dilakukan analisis, keduanya terlebih dahulu dipanaskan di COD reaktor pada suhu 105^{o}C selama 1 jam. Setelah dingin barulah keduanya dilakukan analisis kandungan COD dengan spektrofotometer yang terlebih dahulu dikalibrasi dengan larutan blanko sebelum menganalisa besarnya kandungan COD didalam sampel yang telah dicampur dengan COD *reagent* (Widyantoro, 2008).

Analisis terhadap pH yang terbentuk dilakukan dengan menggunakan kertas pH indikator. Langkah yang dilakukan adalah dengan mencelupkan kertas pH indikator ke dalam sampel limbah cair kelapa sawit dan selanjutnya membandingkan warna yang akan muncul dengan warna yang tertera pada kotak indikator pH dan didapatkan nilai pH dari sampel limbah cair kelapa sawit tersebut.

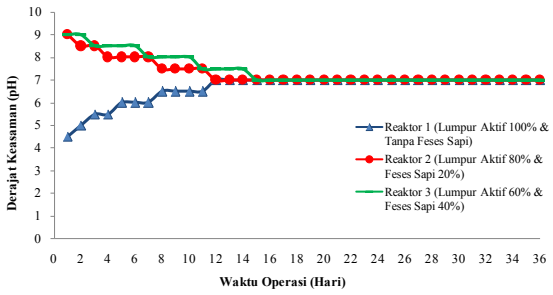
Analisis biogas yang dihasilkan dilakukan dengan menghitung perbedaan ketinggian air yang terdapat pada selang yang ada didalam rangkaian manometer. Perbedaan ketinggian air merupakan nilai tekanan dari biogas dengan satuan cmH_2O (Hasanah, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan terhadap pH

Salah satu indikator bahwa proses pendegradasian berjalan dengan baik adalah adanya perubahan derajat keasamaan (pH) limbah cair kelapa sawit. Mikroorganisme pengurai dapat disimpulkan aktif apabila mampu mengubah pH limbah menuju 7 atau netral (Kurniadi, 2011). Kondisi awal limbah cair kelapa sawit sebelum proses degradasi memiliki pH sebesar 4,5, namun pada akhir proses degradasi pH tersebut berubah menjadi 7 seperti yang terlihat pada Gambar 1.1.

Gambar 1.1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan profil pH yang sangat signifikan antara reaktor 1 ($L_{100}F_{0}$) dengan reaktor 2 ($L_{80}F_{20}$) dan reaktor 3 ($L_{60}F_{40}$) pada saat awal proses pendegradasian meskipun pada akhirnya sama-sama menuju pH 7. Pada reaktor 2 dan reaktor 3 terjadi perubahan pH menjadi 9 pada hari pertama. Perubahan tersebut disebabkan karena feses sapi yang ditambahkan kedalam lumpur aktif didalam reaktor 2 dan reaktor 3. Profil perubahan pH secara perlahan mengalami perubahan ke arah 7. Reaktor 1 dan reaktor 2 membutuhkan waktu selama 12 hari untuk mengubah pH menjadi 7. Sedangkan reakor 3 membutuhkan waktu selama 15 hari untuk mengubah pH menjadi 7. Kurniadi (2011) menyebutkan bahwa perubahan pH tersebut terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme didalam ketiga reaktor UASB.

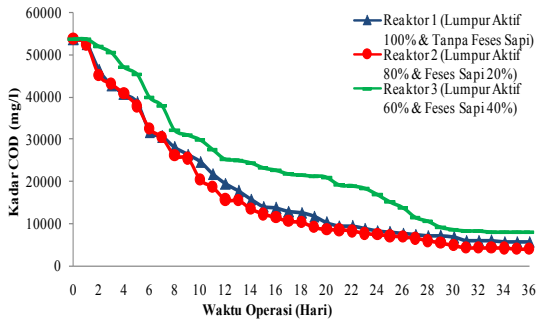


Gambar 1.1. Profil Perubahan pH

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan COD

Adanya perubahan pH didalam reaktor mengindikasikan bahwa mikroorganisme pendegradasi telah aktif, sehingga dipastikan bahwa kandungan COD didalam limbah dapat terdegradasi oleh mikroorganisme anaerob tersebut (Kurniadi, 2011). Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai kandungan COD pada saat awal dan akhir proses degradasi untuk setiap reaktor UASB adalah reaktor 1 ($L_{100}F_0$) sebesar 53.794 mg/L dan 5.762 mg/L, reaktor 2 ($L_{80}F_{20}$) sebesar 53.794 mg/L dan 4.162 mg/L dan reaktor 3 ($L_{60}F_{40}$) sebesar 53.794 mg/L dan 8.003 mg/L. Profil penurunan kandungan COD pada setiap reaktor seperti diperlihatkan pada Gambar 1.2.

Gambar 1.2 menunjukkan bahwa penurunan



Gambar 1.2. Profil Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD)

kandungan COD yang paling baik terjadi pada reaktor 2 ($L_{80}F_{20}$) diikuti oleh reaktor 1 ($L_{100}F_0$) dan reaktor 3 ($L_{60}F_{40}$). Penurunan COD pada reaktor 2 lebih besar daripada reaktor 1 disebabkan karena mikroorganisme pada reaktor 2 berkembang lebih baik daripada reaktor 1, mengingat pada reaktor 1 tidak ada tambahan nutrisi yang berasal dari feses sapi. Berbeda halnya pada reaktor 3, meskipun pada reaktor 3 memiliki kandungan nutrisi lebih banyak daripada reaktor 2 namun pendegradasian COD pada reaktor 2 lebih baik daripada reaktor 3. Hal tersebut disebabkan karena jumlah mikroorganisme di reaktor 3 pada awal pendegradasian sangat sedikit sehingga meskipun banyak kandungan nutrisinya namun pertumbuhan mikroorganisme berjalan sangat lambat.

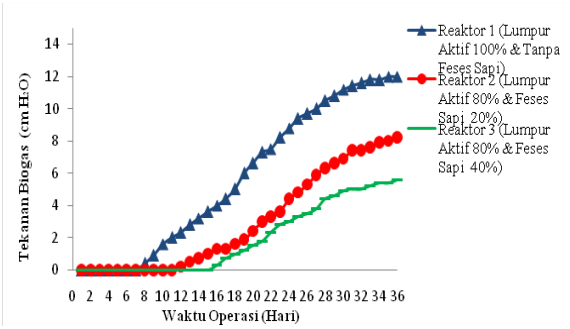
Berdasarkan keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa penambahan feses sapi sebanyak 20% ke dalam aktivator dapat menurunkan kadar COD sampai tingkat paling besar namun apabila penambahan feses sapi terlalu banyak akan menyebabkan berkurangnya kemampuan aktivator untuk mendegradasikan kadar COD yang ada didalam limbah cair kelapa sawit.

Pengaruh Perlakuan terhadap Akumulasi Tekanan Biogas yang Dihasilkan

Pada pendegradasian limbah cair kelapa sawit menggunakan reaktor UASB, selain dapat mendegradasikan kandungan organik limbah juga dapat menghasilkan biogas hasil pendegradasian yang keluar dari bagian atas reaktor (Pratama, 2007)

Profil akumulasi tekanan biogas yang terbentuk selama 36 hari proses pendegradasian limbah cair kelapa sawit untuk ketiga reaktor UASB dapat dilihat pada Gambar 1.3. Gambar tersebut menunjukkan bahwa reaktor yang paling tinggi menghasilkan tekanan secara berturut-turut adalah reaktor 1 (L_{100} dan F_0), reaktor 2 (L_{80} dan F_{20}) dan reaktor 3 (L_{60} dan F_{40}).

Reaktor 1 merupakan reaktor yang paling



Gambar 1.3. Profil Biogas Hasil Pendegradasian

tinggi menghasilkan akumulasi tekanan biogas karena di dalam reaktor ini proses asidogenesis dan asetogenesis lebih cepat terjadi. Hal tersebut karena mikroorganisme sudah siap untuk melakukan proses degradasi. Sedangkan reaktor 2 dan reaktor 3 relatif lambat karena menurut Hasanah (2010) kedua reaktor ini membutuhkan proses adaptasi dari proses aerob menjadi anaerob untuk mikroorganisme yang berasal dari feses sapi. Dengan demikian penambahan feses sapi akan menyebabkan akumulasi tekanan biogas menjadi semakin berkurang dibandingkan tanpa menggunakan feses sapi.

SIMPULAN

Penambahan feses sapi sebanyak 20% ke dalam aktivator ($L_{80}F_{20}$) pada proses degradasi limbah cair kelapa sawit menggunakan reaktor UASB menyebabkan penurunan kandungan COD lebih besar dibandingkan tanpa feses ($L_{100}F_0$) ataupun penambahan feses sapi sebanyak 40% ($L_{60}F_{40}$). Penambahan feses sapi kedalam aktivator pada proses degradasi limbah cair kelapa sawit menyebabkan berubahnya pH limbah dari asam menjadi basa. Penambahan feses sapi kedalam aktivator pada proses degradasi menyebabkan akumulasi tekanan biogas di dalam selang manometer menjadi semakin rendah

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: Kepala Laboratorium Penelitian Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung. Kepala Jurusan Peternakan Faultas Pertanian Universitas Lampung. PTPN VII Unit Usaha Bekrie. Semua pihak yang telah membantu keberhasilan proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Hasanah, H. 2010. Penurunan Bahan Pencemar Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Melalui Fermentasi Anaerob *Menggunakan Digester Anaerobik*. Institut Pertanian Bogor Press.

Kurniadi. 2011. Laporan Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung.

Pratama, P. 2007. *Karakterisasi perombakan limbah cair industri menggunakan rekator UASB,* Laporan Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung.

Tobing, Sutarta, E.S, & Sufianto. 2000. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Perkebunana Kelapa Sawit. Makalah Dalam Pertemuan Teknis Kelapa Sawit II, PPKS Medan, 13-14 Juni 2000. p. 87-95

Metcalf & Eddy. 1991. Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse, 3rd ed., New York, Mc Graw Hill Inc.

Widyantoro, A. 2008. Karakterisasi Anaerobik Campuran Limbah Cair Industri Menggunakan Reaktor Upflow Anaerobik Slugde Blanket (UASB) Dengan Variasi COD Yang Tinggi Pada Kondisi Optimum, Laporan Penelitian. Universitas Lampung, Bandar Lampung.