

PRODUKSI BIOGAS DARI LIMBAH KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN BIOREAKTOR UP-FLOW ANAEROBIK SLUDGE BLANKET (UASB) BIOGAS PRODUCTION FROM PALM OIL WASTEWATER USING UP FLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET (UASB) BIOREACTOR

Hermanto¹ dan Arba Susanty¹

¹ Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda
Jl. Bangeris No.1 Samarinda
E-mail: hermanto@kemenperin.go.id

Naskah diterima 23 Maret 2015, disetujui 26 Maret 2015

ABSTRAK

Pabrik kelapa sawit menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan organik yang berpotensi menghasilkan biogas sebagai sumber energi. Teknologi bioreaktor Up-Flow Anaerobik Sludge Blanket (UASB) adalah teknologi pengolahan limbah cair yang memiliki kandungan organik tinggi, dengan pemanfaatan mikrobiologi untuk mendegradasi kandungan kontaminan dalam limbah. Selain dapat mengurangi dampak negatif lingkungan, bioreaktor UASB dapat menghasilkan energi berupa biogas. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jumlah produksi biogas, penurunan nilai COD dan TSS dari limbah cair PMKS dengan menggunakan bioreaktor UASB. Metode penelitian ini dilakukan dengan merancang disain reaktor asidogenik dan metanogenik, merangkai reaktor dan menguji coba rangkaian alat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa air limbah dari proses pengolahan pabrik minyak kelapa sawit berpotensi menghasilkan biogas sebesar 22,8 – 26,4 liter dengan produksi harian berkisar antara 0,3 – 3,3 liter. Waktu feeding optimal 10 – 12 hari inkubasi. Hasil penurunan percobaan 1 kadar COD sebesar 983 mg/l atau terjadi penurunan 98% dan pada percobaan 2 sebesar 972 mg/l atau terjadi penurunan 97% .

Kata kunci : UASB, limbah cair kelapa sawit, biogas.

ABSTRACT

Palm oil mills produce wastewater containing organic matter that has the potential to produce biogas as an energy source. Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) bioreactor is a wastewater treatment technology that has a high organic content, with using microbiology to degrade the content of contaminants. The purpose of this study was to determine the amount of impairment of biogas production from wastewater COD and TSS POM using UASB bioreactor (Up Flow Anaerobic Sludge Blanket). This research method is done by designing asidogenik and methanogenic reactor, reactor assembling and testing reactor apparatus.

The result from this research show UASB reactor that use to process the waste water from palm oil plant has the potential to produce biogas 22.8 to 26.4 liters with a daily production ranges from 0.3 to 3.3 liters. This biogas containing methane gas (CH₄) ranged 36.92 - 48.08%. Optimal feeding time 10-12 days of incubation. The results of first experiment show the decrease level of COD of 983 mg / L or a decline of 98% and in the second trial is 972 mg / l or 97% .

Keywords : UASB, palm oil wastewater, biogas.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industry kelapa sawit, mendorong tumbuhnya industri pengolahan kelapa sawit seperti pabrik minyak kelapa sawit (PMKS). PMKS dalam proses produksinya menghasilkan produk utama berupa CPO sekitar 25-30%, inti sawit 5-7% dan sisanya 70-75 % menghasilkan residu berupa limbah cair dan limbah padat. Menurut Soetrisno (2008), jumlah limbah cair PMKS berkisar antara 600-800 liter per ton tandan buah segar (TBS), yang mengandung senyawa organik dan anorganik.

Metode pengolahan limbah cair PMKS yang diterapkan pada umumnya adalah metode pengolahan biologis dengan sistem pengolahan limbah cair *lagoon* atau kolam anaerobik terbuka. Namun demikian pengolahan dengan kolam anaerobik terbuka ini, membutuhkan lahan yang luas dan waktu retensi yang cukup lama, limbah yang diolahpun masih mengeluarkan gas metan (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) yang membahayakan karena merupakan emisi penyebab efek rumah kaca yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu kolam-kolam pengolahan limbah sering mengalami pendangkalan, sehingga baku mutu limbah tidak tercapai (Isro, 2008). Padahal potensi limbah PMKS ini sebagai sumber energi sangatlah besar dan belum dimanfaatkan.

Limbah PMKS mengandung senyawa organik dan anorganik. Limbah tersebut dapat dirombak oleh mikroba dan dapat dikendalikan secara biologis dengan proses anaerob menghasilkan biogas (gas metan) yang pada saatnya nanti dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi (Soetrisno, 2008). *Upflow anaerobic sludge blanket* (UASB) adalah bentuk digester anaerobik yang banyak digunakan untuk mengolah berbagai jenis limbah cair industri, karena kapasitas pengolahannya yang besar dibandingkan system pengolahan limbah cair lainnya (España-Gamboa, dkk, 2012). Selain itu kelebihan

UASB adalah produksi sludge yang rendah dan kemampuannya mengkonversi lebih dari 50% COD menjadi biogas yang merupakan sumber energi terbarukan (Wilkie, dkk, 2000) dalam España-Gamboa dkk, 2012)

UASB merupakan proses anaerobik yang dalam proses reaksinya akan membentuk selimut lumpur granul dan tersuspensi dalam tangki. Air limbah mengalir ke atas melalui selimut dan diproses oleh mikroorganisme anaerobik. Aliran ke atas dikombinasikan dengan reaksi pengendapan gravitasi dengan bantuan flokulan. Selimut atau film mulai akan terbentuk sekitar 3 bulan. Butiran limbah Kecil mulai terbentuk yang luas permukaan ditutupi agregasi bakteri. Akhirnya agregat membentuk biofilm disebut sebagai "*butiran*".

Seiring meningkatnya isu kelangkaan bahan bakar fosil dan meningkatnya jumlah gas rumah kaca, tampak bahwa teknologi *proses anaerobik* akan terus berkembang sebagai solusi yang menjanjikan. Selain menghasilkan energi, teknologi ini akan mengurangi secara signifikan (bisa sampai 21 kali lebih kecil) dampak gas metan terhadap efek rumah kaca dengan mengendalikan (mengambil dan memanfaatkan) gas metan yang terbentuk dari limbah industri pabrik minyak sawit, karena bila limbah tersebut dibiarkan maka akan terkonversi sendiri secara alamiah di lingkungan pembuangannya.

Potensi biogas yang dihasilkan dari 600-700 kg limbah cair PMKS dapat diproduksi sekitar 20 m³ biogas dan setiap m³ gas metan dapat diubah menjadi energi sebesar 4.700 – 6.000 kkal atau 20-24 MJ. Proses produksi biogas dengan digester anaerob akan maksimal jika tersedia mikroba methanogenik, tingkat keasaman (pH) yang sesuai, suhu yang sesuai, adanya agitasi (pengadukan), tersedianya nutrisi yang cukup (P dan N), lamanya waktu inkubasi, serta tidak ada bahan toksik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui jumlah produksi biogas penurunan nilai COD dan TSS dari limbah

PMKS menggunakan bioreaktor UASB (*Up Flow Anaerobic Sludge Blanket*) .

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian

Limbah cair kelapa sawit yang diambil dari pabrik minyak kelapa sawit, PT. Rea Kaltim Plantations.

Alat penelitian

Bahan acrylic 5 mm, selang plastik ½ dan ¾ inc, pipa PVC ¾ dan 1 inc, *valve* (Kran), *water mor*, *thermometer*, *pressure gauge* (pengukur tekanan), tandon plastik 250 dan 500 liter.

Alat Reaktor *Up-Flow Anaerobik Sludge Blanket (UASB)*, terdiri dari dua reaktor dengan volume 35 liter. Volume yang aktif untuk mengolah limbah cair dari pabrik minyak kelapa sawit ± 32 liter. Reaktor dilengkapi dengan pengontrol suhu (*thermometer*), pengontrol tekanan (*pressure gauge*), dan alat penampung Gas

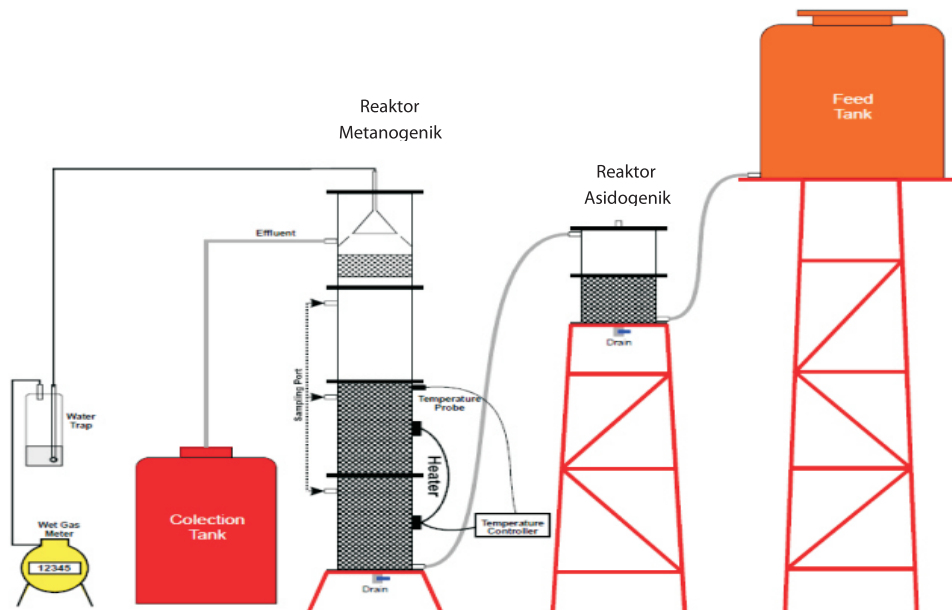
(Manometer U cair). Pada bagian reaktor terdapat lubang *inlet* (R1) bagian bawah dan *outlet* (R2) bagian atas, tempat pengendapan *sludge* dan ruang/rongga untuk produksi gas.

Reaktor Asidogenik dengan spesifikasi: Volume: 7 Liter , Diameter: 17, 5 cm, Bahan acrylic 5 mm, Tinggi keseluruhan: 30 cm, tinggi *fixed bed* 30 cm, kecepatan alir 2 liter per hari.

Reaktor Metanogenik dengan spesifikasi: diameter : 17,5 cm , tinggi : 120 cm, tinggi *fixed bed*: 105 cm, material bahan acrylic 5 mm, volume keseluruhan 28 Liter, volume aktif 25 liter, ruang biogas 7,5 cm, kecepatan alir 2 liter per hari.

Pompa Injeksi degan kecepatan alir: 60 liter per jam. Bak penampungan limbah cair inlet/ outlet: (500 ltr)

Selanjutnya reaktor-reaktor ini dihubungkan membentuk suatu rangkaian pengolahan limbah seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Reaktor UASB dengan Sistem Grafitasi

Prosedur Kerja

Proses pengolahan limbah cair PMKS menggunakan rangkaian reaktor UASB seperti pada Gambar 1, dilakukan dengan cara memasukkan air limbah PMKS kedalam feed tank (tangki umpan) dan ditambahkan makronutrisi berupa urea

sebagai sumber N dan K_2HPO_3 sebagai sumber P dengan perbandingan COD:N:P (350:7:1) dan $NaHCO_3$ sebagai buffer dengan konsentrasi 100 - 250 mg/l sehingga pH terjaga pada kisaran 6,5 – 7,5). Kondisi Suhu pada *feed tank* ini dijaga

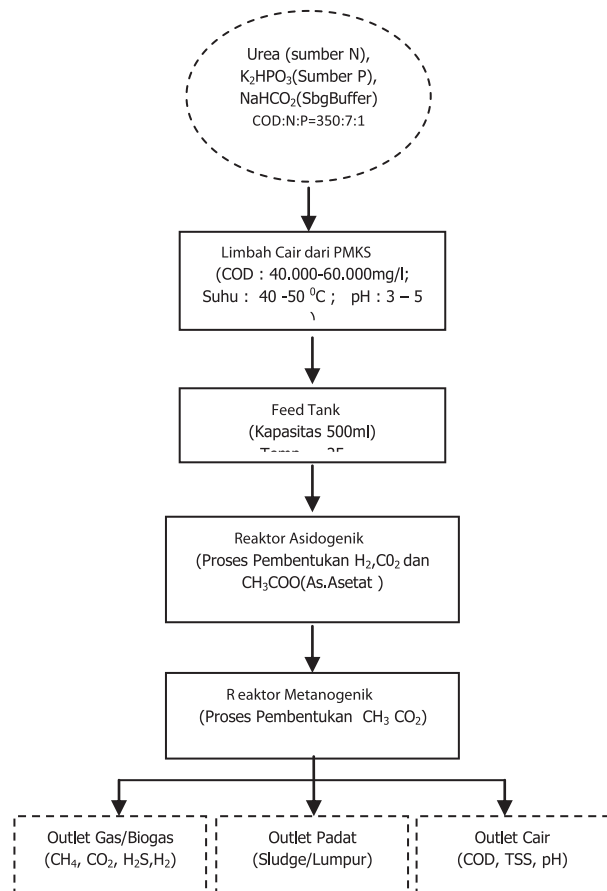
menggunakan pengatur suhu (*heater*) pada kisaran 25 - 30°C.

Limbah cair dari *feed tank* kemudian dialirkan ke rektor asidogenik menggunakan pompa injeksi dengan kecepatan alir 60 liter/jam, sehingga terjadi proses pembentukan asam organik seperti asam asetat, asam butirat, asam propionate dan lain-lain oleh bakteri-bakteri penghasil asam yang terdiri dari sub divisi *acids/farming bacteria* dan acetogenik bakteri. Selanjutnya air limbah dialirkan ke reaktor metanogenik. Bakteri yang digunakan didalam rector UASB berasal dari *anaerobik digester* dari pengolahan limbah PMKS.

Pada bagian atas dari rector metanogenik terdapat struktur yang dinamakan Gas-Liquid-Solid Separator (GLSS) yang berfungsi untuk memisahkan biogas, solid dan liquid. Dengan adanya struktur ini biogas dan air hasil olahan akan keluar dari dalam reaktor sementara solid akan tetap didalam reaktor dan diharapkan dapat membentuk sludge blanket.

Didalam struktur GLSS pada reaktor disediakan media yang terbuat dari spiral-spiral PVC berukuran 26 mm atau botol sisa minuman yakut. Media disusun setebal 100 mm pada ketinggian 1770 mm dari dasar rektor berfungsi sebagai media tumbuh biomassa serta bermanfaat sebagai filter yang dapat meningkatkan kualitas efluen.

Hydraulic Retention Time (HRT) yang digunakan pada reaktor asidogenik dan reaktor metanogenik selama 24 jam. Hal ini mengikuti perbandingan volume antara kedua reaktor sebesar 1:4. *Effluen* yang dihasilkan dianalisa kadarnya dengan parameter pH, TSS dan COD, Gas yang dihasilkan diukur volumenya menggunakan *wet gas meter*. Pengukuran *effluent* ini dilakukan setiap 24 jam selama 16 hari waktu inkubasi. Percobaan ini dilakukan sebanyak 2 kali. Diagram alir proses produksi biogas menggunakan reaktor UASB selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.

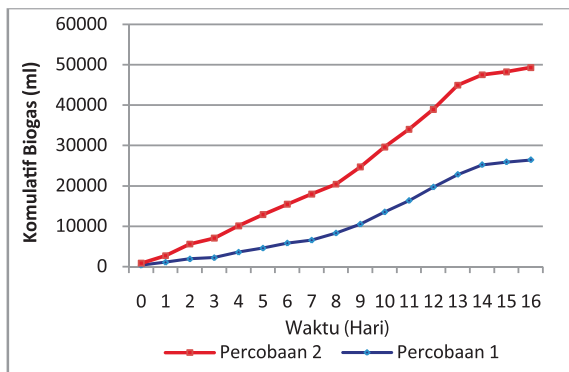


Gambar 2. Diagram alir proses pembentukan Biogas menggunakan reaktor UASB

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Kumulatif Biogas

Pada kegiatan ini dilakukan dua kali uji coba reaktor UASB. Hasil produksi biogas menggunakan reaktor UASB selama 16 hari waktu inkubasi seperti terlihat pada gambar 3. Pada gambar 3 terlihat produksi biogas dari 2 kali percobaan. Pada percobaan pertama (warna biru) terlihat pada waktu inkubasi 0-3 hari, produksi biogas belum mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini dikarenakan pada 0 – 3 hari mikroorganisme memasuki tahap inisiasi dan adaptasi awal sehingga masih belum optimal dalam mendegradasi limbah cair kelapa sawit. Peningkatan produksi biogas mulai terlihat nyata pada inkubasi hari ke-4 hingga hari ke-8 dengan produksi harian berkisar 1362- 1763 ml biogas.



Gambar 3. Produksi biogas menggunakan bioreaktor UASB

Puncak produksi biogas terjadi pada inkubasi hari ke-12 dan ke-13 dengan produksi harian sebesar 2829 – 3335 ml biogas. Pada hari ke-13 ini merupakan waktu optimal mikroorganisme untuk mendegradasi limbah sawit, yang ditunjukkan dengan produksi biogas yang tinggi. Pada inkubasi hari ke 14 produksi biogas sudah menurun dengan produksi sebesar 2419 – 526 ml biogas perharinya. Hal ini disebabkan karena bahan organik sebagai bahan makanan mikroorganisme sudah sangat menurun yang ditunjukkan dengan nilai COD yang rendah. Hal ini merupakan tahap penurunan kinerja dari mikroorganisme dan reaktor sehingga dibutuhkan penambahan bahan organik baru sebagai bahan makanan bagi mikroorganisme (proses *feeding*). Total Biogas yang diproduksi dari percobaan pertama ini sebesar 26,4 Liter dari waktu inkubasi selama 16 hari dengan rata-rata produksi harian berkisar dari 0,3 – 3,3 Liter Biogas.

Percobaan 2 (Warna Merah) Tidak terlalu berbeda dengan percobaan I, hasil produksi biogas pada hari pertama sampai dengan hari ke-7 merupakan produksi awal biogas dengan nilai sebesar 483 – 2053 ml perharinya. Terjadi peningkatan produksi biogas pada hari ke 3 inkubasi dikarenakan pada proses ini mikroorganisme mendegradasi dengan cepat bahan pencemar. Tetapi proses ini mengalami penurunan sampai dengan waktu inkubasi hari ke-7. Peningkatan produksi harian biogas terlihat pada inkubasi hari ke-13 dengan produksi biogas sebesar 2898 ml.

Hal ini dikarenakan pada waktu ini merupakan waktu inkubasi optimal dari reaktor UASB sehingga dapat mendegradasi limbah dengan optimal. Pada masa inkubasi dari hari ke-13 sampai ke-16 produksi biogas sangat menurun, ini disebabkan karena kandungan bahan pencemar sudah mulai berkurang. Produksi biogas pada percobaan ini sebesar 22,8 Liter Biogas selama 16 hari inkubasi. Dengan rata-rata produksi harian biogas sebesar 0,4 – 2,8 Liter Biogas.

Kadar *Total Suspended Solid (TSS)*

Hasil pengukuran TSS dan COD pada penelitian ini disajikan pada tabel 1,2 dan gambar 4.

Tabel 1. Data hasil pengukuran TSS dan COD pada percobaan pertama

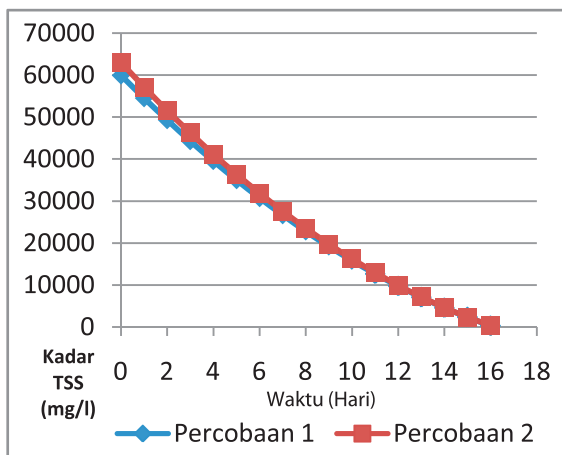
Hari ke-	TSS (mg/L)	Penurunan TSS (%)	COD	Penurunan COD (%)
0	59986,0	0,0	49324	0,0
1	54538,6	9,1	48717	1,2
2	49320,4	17,8	47355	4,0
3	44331,4	26,1	45803	7,1
4	39571,6	34,0	45231	8,3
5	35041,0	41,6	42688	13,5
6	30739,6	48,8	40805	17,3
7	26667,4	55,5	38474	22,0
8	22824,4	62,0	37128	24,7
9	19210,6	68,0	33835	31,4
10	15826,0	73,6	29705	39,8
11	12670,6	78,9	24105	51,1
12	9744,4	83,8	18822	61,8
13	7047,4	88,3	12595	74,5
14	4579,6	92,4	6772	86,3
15	2341,0	96,1	2255	95,4
16	331,6	99,4	981	98,0

Pada gambar 4 terlihat, pada percobaan 1 (Warna Biru) terlihat nilai konsentrasi TSS dari 0 hari sampai hari ke- 16 berkisar 59.228 – 450 mg/l. Penurunan nilai TSS setiap 3 hari kurang lebih 11.200 mg/l atau 20,8 %. Untuk perlakuan *semi batch* pada pengoperasian selama 16 hari inkubasi pada penelitian aplikatif ini penurunan TSS bekisar 3.733 mg/l/hari. Penurunan nilai TSS ini Masih belum dapat memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan bila dibandingkan dengan peraturan pemerintah Perda Kaltim No.02 Tahun 2011.lampiran 1.4. (TSS = 250).

Nilai konsentrasi TSS pada hari terakhir inkubasi atau hari ke 16 adalah 450 mg/l. atau terjadi penurunan 98,2 %.

Tabel 2. Data hasil pengukuran TSS dan COD pada percobaan kedua

Hari Ke-	TSS (mg/L)	Penurunan TSS (%)	COD	Penurunan COD (%)
0	62994,0	0	42727	0
1	57168,5	9,2	41825	2,1
2	51598,0	18,1	39714	7,1
3	46282,5	26,5	35879	16,0
4	41222,0	34,6	33682	21,2
5	36416,5	42,2	30544	28,5
6	31866,0	49,4	27216	36,3
7	27570,5	56,2	24755	42,1
8	23530,0	62,6	21412	49,9
9	19744,5	68,7	20108	52,9
10	16214,0	74,3	16288	61,9
11	12938,5	79,5	12664	70,4
12	9918,0	84,3	9736	77,2
13	7152,5	88,6	6803	84,1
14	4642,0	92,6	1392	96,7
15	2386,5	96,2	1088	97,5
16	386,0	99,4	973	97,7

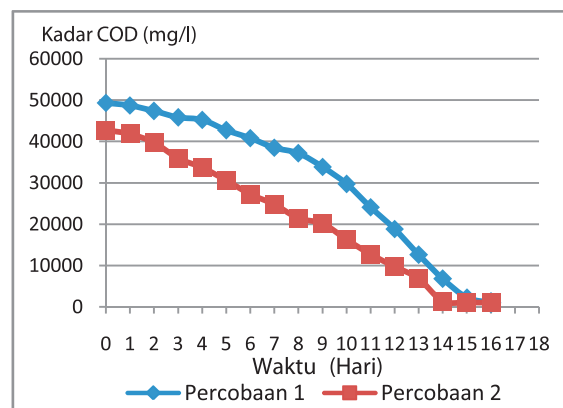


Gambar 4. Penurunan kadar TSS dari limbah PMKS menggunakan bioreactor UASB

Penurunan TSS pada Percobaan 2 (Warna Merah) menunjukkan kurang lebih sama dengan percobaan pertama, hanya saja dikarenakan nilai konsentrasi TSS awal pada sistem lebih rendah dari percobaan pertama. maka pada waktu penurunan TSS juga mengalami perbedaan. Konsentrasi TSS dari 0 hari sampai hari ke- 16 berkisar 61.920 – 702 mg/l. Puncak Penurunan nilai TSS terlihat pada hari ke 13 yaitu kurang lebih sekitar 58643 mg/l atau 94,71 %. Konsentrasi TSS menunjukkan banyaknya padatan

tersuspensi yang masih terdapat dalam reaktor. Konsentrasi TSS erat kaitannya dengan pembentukan sludge. Nilai konsentrasi TSS pada akhir pengoperasian selama 16 hari inkubasi penurunan TSS bekisar 3648 mg/l//hari. Penurunan nilai TSS pada percobaan ini juga Masih belum dapat memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan bila dibandingkan dengan peraturan pemerintah Perda Kaltim No.02 Tahun 2011 lampiran 1.4. (TSS = 250) . Nilai konsentrasi TSS pada hari terakhir inkubasi atau hari ke 16 adalah 702 mg/l. atau terjadi penurunan 98,86 %. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD)



Gambar 5. Penurunan Kadar COD menggunakan bioreaktor UASB

Histogram pada gambar 5 terlihat Pada Percobaan 1 (warna biru) persentase penurunan COD dari air limbah kecil dari hari pertama sampai hari ke-11 (1,2 - 18,9%). Pada waktu inkubasi sampai ke hari 11 tersebut mikroorganismenya masih dalam tahap penyesuaian dengan lingkungan reaktor UASB. Karena pada reaktor ini tidak menggunakan start-up granular mikroorganismenya hanya memakai start-up dari lumpur yang dihasilkan pada kolam pengolahan anaerobik pabrik minyak kelapa sawit PT. Rea Kaltim Plantation.

Pada tahap selanjutnya inkubasi reaktor UASB yaitu hari ke-12 sampai hari ke-16 terlihat penurunan kadar COD yang

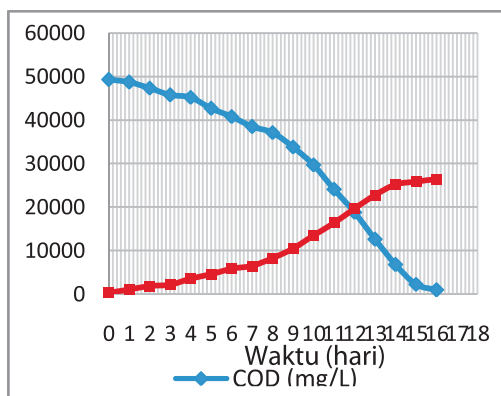
meningkat signifikan (dari 21,9 – 56,4 %). Dari waktu inkubasi ini terlihat bahwa mikroorganisme dalam sistem sudah mencapai fase optimal. Hasil kadar COD pada air limbah mencapai 983 mg/L atau terjadi penurunan sebesar 98% dari inkubasi hari terakhir.

Penurunan COD pada Percobaan 2 (Warna Merah) menunjukkan hal sama dengan percobaan pertama, hanya saja dikarenakan kadar COD awal pada sistem lebih rendah dari percobaan pertama sehingga waktu penurunan COD juga mengalami perbedaan.

Pada inkubasi hari pertama sampai hari ke-10 penurunan COD kecil yaitu berkisar 2,2 – 19 % perharinya. Hal ini disebabkan pada proses ini masih merupakan proses inisiasi awal dan adaptasi pertama sistem reaktor terhadap bahan isian berupa limbah tersebut.

Pada inkubasi hari ke-11 sampai ke-14 merupakan waktu inkubasi puncak dari sistem reaktor dimana penurunan COD berkisar dari 22,2 – 79,5 %. Pada hari ke-15 dan 16 COD mengalami penurunan yang kecil, hal ini dikarenakan bahan isian limbah sudah lebih sedikit mengandung kadar pencemar yang dinotasikan dengan kadar COD. Hasil akhir waktu inkubasi menurunkan COD sebesar 97% dari kadar COD awal bahan limbah cair kelapa sawit. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2

Produksi Biogas dengan Penurunan COD



Gambar 6. Grafik hubungan produksi Biogas dan penurunan COD

Pada proses degradasi bahan pencemar limbah yang ditunjukkan dengan nilai COD akan memiliki hubungan terbalik dengan produksi biogas. Dimana pada proses inkubasi dan penurunan COD akan diikuti dengan peningkatan produksi biogas. Titik temu pada grafik merupakan waktu inkubasi optimal dari mikroorganisme.

Pada percobaan I ini terlihat bahwa hari ke-12 merupakan waktu titik temu pada kedua kurva sehingga dapat disimpulkan bahwa proses inkubasi pada hari ke-12 ini merupakan waktu optimal proses degradasi mikroorganisme sehingga dapat dilakukan proses feeding bahan baku (substrat) sebagai bahan makanan bagi mikroorganisme. Proses feeding ini merupakan waktu feeding yang pertama yang merupakan waktu inkubasi kedua bagi sistem reaktor. Menurut Heryadi (2012) waktu feeding yang pertama ini merupakan inisiasi awal bagi sistem di reaktor sehingga dapat mengoptimalkan proses kerja bagi sistem reaktor anaerobik. Pada percobaan reaktor biogas skala laboratorium diupayakan mencari waktu feeding yang tepat sehingga didapatkan hasil berupa HRT/ Hidrolic Retention Time yang tepat dan OLR/ Organic Loading Rate yang sesuai dengan kinerja reaktor yang dapat digunakan sebagai langkah awal dalam penelitian lanjutan skala pilot.

Secara umum hasil percobaan I dan percobaan II dari reaktor UASB ini menunjukkan hasil kinerja yang sama dengan waktu feeding sebesar 10 - 12 hari inkubasi. Pengoptimalan kinerja reaktor UASB dapat dilakukan dengan menambahkan bahan feeding dan penambahan waktu inkubasi selama waktu feeding berlangsung sampai terbentuk mikroorganisme granular.

Setiawan, dkk (2008) dalam percobaannya dengan reaktor UASB menambahkan mikronutrisi akan memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan bakteri dalam pembentukan lumpur granul di dalam reaktor UASB. Penambahan mikronutrisi sebanyak 1 ml/l dapat mencukupi kebutuhan trace

elements seperti Ni, Co, Mo, dan Zn dalam pembentukan lumpur granul pengolahan air limbah. Dalam hasil uji SEM lumpur granular terlihat bahwa lumpur granular mengandung beberapa mineral dari mikronutrisi yang ditambahkan ke dalam air limbah serta mineral lainnya yang kemungkinannya berasal dari air limbah sendiri. Lumpur granular yang terbentuk merupakan kumpulan beberapa populasi bakteri yang terkomposisi dari bakteri berbentuk batang dan coccus. Mikroorganisme bakteri batang bisa terdiri dari 2 sampai 4 sel atau lebih yang diperkirakan adalah *Methanotric* sp., dan bakteri yang berbentuk coccus adalah *Methanosarcina* (Wu Wei-min, dkk, 1985)

KESIMPULAN

Produksi biogas limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan Reaktor UASB sebesar 22,8 – 26,4 liter Biogas, dihasilkan dengan masa inkubasi selama 16 hari. Dengan penurunan kadar COD sebesar 98% atau 983 mg/l. Waktu feeding optimal 10 – 12 hari inkubasi. Hasil penurunan percobaan 1 kadar COD sebesar 983 mg/l atau terjadi penurunan 98% dan pada percobaan 2 sebesar 972 mg/l atau terjadi penurunan 97%.

DAFTAR PUSTAKA

- Heryadi, E and Anthoni, 2012, *Biogas from Tofu Wastewater by using Anaerobic Fixed Film Reactor*, The International Symposium on Human Development and Sustainable Utilization of Natural Resources in Asian Countries The 6th Korea-Thailand-Indonesia Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy
- Setiawan. Y, Sri Purwati, Rina S Soetopo, Kristaufan J.P, 2008, *Peningkatan Efektivitas Pengolahan Air Limbah Proses Pemutihan Pulp Dengan Reaktor Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Dan Lumpur Aktif Termobilisasi*, Berita Selulosa Vol. 43 (2), hal. 74-82.
- Wu Wei-min, Hu Ji-cui, Gu Xia-sheng (1985), *Properties of Granular Sludge in Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reactors and Its Formation*, Proceeding of the fourth International Symposium on Anaerobic Digestion, Guan Zhou, China, 11-15 November 1985.
- Isroi. 2008. *Energi Terbarukan dari Limbah Pabrik Kelapa Sawit*. isroi.wordpress.com/2008/02/2005energi_dari_limbah_sawit/(17Maret 2009).
- Soetrisno, Noer. 2008. *Peranan Industri Sawit dalam Pengembangan Ekonomi Regional : Menuju Pertumbuhan Partisipatif Berkelanjutan*. Makalah Disampaikan pada Seminar Nasional Dampak Kehadiran Perkebunan Kelapa Sawit terhadap Kesejahteraan Masyarakat Sekitar di Universitas Sumatera Utara 6 Desember 2008.
- Espana-Gamboa, E., Mijangos-Cortes J.O., Hernandez-zarate. G., Maldonado J.A.D., and Alzate-Gaviria. L.M., 2012. *Methane production by treating vinasses from hydrous ethanol using a modified UASB reactor*. *Biotechnology for Biofuels*. 5:82