

# Kajian Proses Asetogenesis Biodigester Anaerobik Dua Tahap

Tina Mulya Gantina, Purwinda Iriani dan Conny K. Wachjoe

Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : tina.gantina@polban.ac.id; purwinda.iriiani@polban.ac.id; cwachjoe@gmail.com

## ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan kajian proses asetogenesis pada biodigester anaerobik dua tahap, dengan dua variasi bahan baku, yaitu kotoran sapi murni dan campuran kotoran sapi dengan *leachate*. Penambahan *leachate* dimaksudkan agar bahan baku menjadi lebih asam yaitu sekitar pH 5,5, sehingga proses asetogenesis menjadi lebih optimal. Bila proses asetogenesis sudah cukup optimal yang ditandai dengan pembentukan asam asetat dan gas CO<sub>2</sub>, maka selanjutnya bahan dipindahkan ke biodigester metanogenesis untuk pembentukan gas metan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan bahan baku kotoran sapi yang dicampur *leachate* diperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan bahan baku kotoran sapi tanpa *leachate*. Asam asetat yang dihasilkan pada proses asetogenesis dengan bahan baku kotoran sapi yang dicampur *leachate* lebih tinggi (0,36%) dibandingkan pada bahan baku kotoran sapi murni (0,15%). Demikian pula kandungan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pada bahan baku kotoran sapi yang dicampur *leachate* lebih tinggi dan cenderung stabil dengan kadar CO<sub>2</sub> berkisar 50-60 % dibandingkan pada bahan baku kotoran sapi murni yang hanya menghasilkan kandungan CO<sub>2</sub> sekitar 10%. Peningkatan keasaman disebabkan oleh bakteri di dalam biodigester asetogenesis dapat berkembangbiak secara optimal yang diakibatkan oleh penambahan *leachate* dengan pH sekitar 5,5.

## Kata Kunci

*Biodigester dua tahap, proses asetogenesis, asam asetat, gas CO<sub>2</sub>.*

## 1. PENDAHULUAN

Biogas merupakan bahan bakar alternatif dengan komponen utama gas metana (CH<sub>4</sub>) yang bersifat ramah lingkungan dan mudah dikembangkan. Biogas diperoleh dengan cara fermentasi anaerobik dari limbah-limbah organik seperti limbah sayuran, kotoran ternak (ayam, sapi, babi, kerbau), limbah makanan dan sebagainya.

Selama proses fermentasi anaerob senyawa-senyawa organik diurai menjadi gas metan dan karbondioksida. Proses ini melewati beberapa tahap yang melibatkan beberapa jenis mikroba yang saling berinteraksi dan bekerja sama pada proses tersebut. Pada umumnya mikroba yang satu akan tergantung dengan mikroba yang lain. Beberapa mikroba terkait adalah mikroba yang tumbuh sangat lambat sehingga sensitif terhadap perubahan-perubahan pada kondisi operasional. Perubahan-perubahan inilah yang bisa menyebabkan ketidakstabilan dan bahkan menyebabkan kegagalan proses selama waktu yang cukup lama.

Kegagalan atau ketidakseimbangan proses anaerobik bisa disebabkan oleh *overload hidraulis* (waktu tinggal terlalu pendek), *overload organis* (laju beban organik terlalu tinggi) yang menyebabkan *souring* pada keseluruhan proses, dan oleh akumulasi dari senyawa-senyawa yang bersifat toksis atau inhibitor. Selain itu, perubahan temperatur secara tiba-tiba akan membawa akibat negatif pada bakteri metanogen.

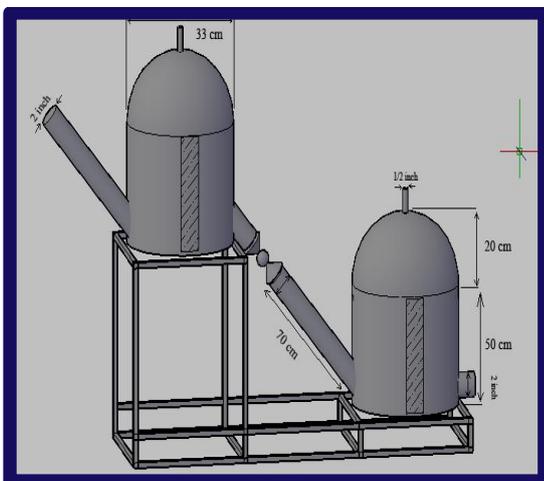
Untuk mengurangi peluang kegagalan dan ketidakseimbangan proses anaerob khususnya terkait dengan *souring*, maka dapat diterapkan proses anaerobik dua tahap yang terdiri dari reaktor asetogenesis dan reaktor metanogen. Dengan proses anaerob dua fase ini diharapkan performansi proses dapat berjalan dengan lebih baik dan proses lebih stabil. Proses anaerob dua tahap ini diharapkan bisa dioperasikan pada laju beban organik (atau *loading*) yang lebih tinggi dan waktu tinggal *hidraulis* yang lebih pendek.

## 2. METODE PENELITIAN

Proses asetogenesis pada pembuatan biogas dua tahap dari kotoran sapi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan biodigester anaerobik tipe kontinyu dengan kapasitas total volume biodigester sebesar 50 liter, sedangkan yang diisi bahan baku sebesar 80% nya yaitu 40 liter. Kondisi operasi dilakukan pada suhu dan tekanan alami (suhu sekitar 25-30°C, dan tekanan 1 atm) dengan waktu penelitian selama 1 bulan (30 hari). Alat biodigester dua tahap yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1. Adapun tahap-tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Persiapan dan pengujian bahan baku awal (kotoran sapi dan *leachate*), meliputi uji C- organik, Nitrogen, kadar air, pH, dan mineral-mineral dalam *leachate*, Pengujian bahan baku dilakukan di Laboratorium Limbah Padat Departemen Teknik Lingkungan ITB.

- Pencampuran bahan masukan: dilakukan dengan dua variasi bahan yaitu kotoran sapi murni yang ditambah air 1:1 (20 liter kotoran sapi atau 20,6 kg dicampur dengan 40 liter air), dan bahan campuran kotoran sapi yang ditambah *leachate* 1:1 (20 liter kotoran sapi dicampur dengan 20 liter *leachate*);
- Pemasukan bahan ke dalam biodigester asetogenesis;
- Penyimpanan biodigester, dilakukan pada kondisi alami selama sekitar 1 bulan.
- Setelah periode tertentu dilakukan pengujian yang meliputi: kandungan asam asetat, volume biogas, komposisi biogas;
- Melakukan perhitungan dan analisa.



Gambar 1: Alat biodigester dua tahap

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik Bahan

Pada pembuatan biogas dua tahap atau *multi Stage* (multi Tahap), proses fermentasi dilakukan di dalam dua biodigester yang bekerja secara seri. Biodigester pertama berlangsung reaksi *hydrolysis*, *acidogenesis* dan *acetogenesis*, sedangkan biodigester kedua untuk reaksi *metanogenesis*. [1],[10] Setelah itu bahan baku dialirkan menuju biodigester kedua sebagai umpan untuk reaksi *metanogenesis*.

Pada tahap hidrolisis, bahan-bahan organik yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan bahan ekstraktif seperti protein, karbohidrat, dan lipid akan diurai menjadi senyawa dengan rantai yang lebih pendek. Sebagai contoh polisakarida terurai menjadi monosakarida, sedangkan protein terurai menjadi peptide dan asam amino. Pada tahap hidrolisis, mikroorganisme yang berperan adalah enzim ekstra selular seperti selulose, amilase, protease, dan lipase [5].

Pada penelitian ini, pada biodigester pertama (sebagai tempat berlangsungnya reaksi hidrolisis, asidogenesis dan asetogenesis), bahan baku yang digunakan adalah kotoran sapi yang dicampur *leachate*. Fungsi *leachate* adalah untuk membuat kondisi pH bahan baku menjadi lebih asam yaitu sekitar pH 5,5, sehingga proses asetogenesis menjadi lebih optimal. Selain itu, juga diperlukan untuk mencegah matinya bakteri pada proses asetogenesis.

Pada tahap asidogenesis dan asetogenesis, bakteri (*Acetobacter aceti*) menghasilkan asam yang akan berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH), H<sub>2</sub>, dan CO<sub>2</sub>. Bakteri ini merupakan bakteri anaerob yang dapat tumbuh dalam keadaan asam, yaitu dengan pH 5,5 – 6,5. Bakteri ini bekerja secara optimum pada temperatur sekitar 30°C[5].

Tabel 3: Karakteristik kotoran sapi, *leachate* dan campuran

Parameter	Satuan	Kandungan		
		Kot. sapi	<i>leachate</i>	Campuran
C-Organik	% BK	58,98	17	37,99*
NTK	% BK	1,7	1	1,35*
Rasio C/N	% BK	34,69	17	28,14*
pH	-	6,78	5,67	5,64
Kadar air	%BB	83,29	98,0	91,0*
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	0,22	n.a	n.a
Arsen	mg/l	n.a	0,005	n.a
Merkuri	mg/l	n.a	0,003	n.a
Timbal	mg/l	n.a	0,00005	n.a

Ct: \* = hasil perhitungan  
 BK : Bahan Kering  
 BB : Bahan Basah

Sebelum bahan baku tersebut digunakan, terlebih dahulu dilakukan pengujian karakteristik fisik-kimia bahan baku yang dilakukan di Laboratorium Buangan Padat dan B3, Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung. Hasil pengujian karakteristik bahan baku, baik kotoran sapi, *leachate*, dan campurannya ditunjukkan pada Tabel 1. Sedangkan karakteristik fisik-kimia campuran bahan baku (kandungan C, N dan rasio C/N) diperoleh dengan cara perhitungan.

Berdasarkan literatur, rasio C/N yang diperlukan bakteri dalam mendekomposisi senyawa organik untuk menghasilkan biogas yang optimal berkisar antara 20-30. Rasio C/N menyatakan jumlah karbon dan nitrogen yang terdapat pada bahan organik. Apabila rasio C/N sangat tinggi, nitrogen akan dikonsumsi sangat cepat oleh bakteri metan sehingga produksi metan semakin rendah. Sebaliknya, apabila rasio C/N sangat rendah maka nitrogen akan bebas dan berakumulasi dalam bentuk amoniak (NH<sub>4</sub>) yang akan meningkatkan pH. Jika pH lebih tinggi dari 8,5

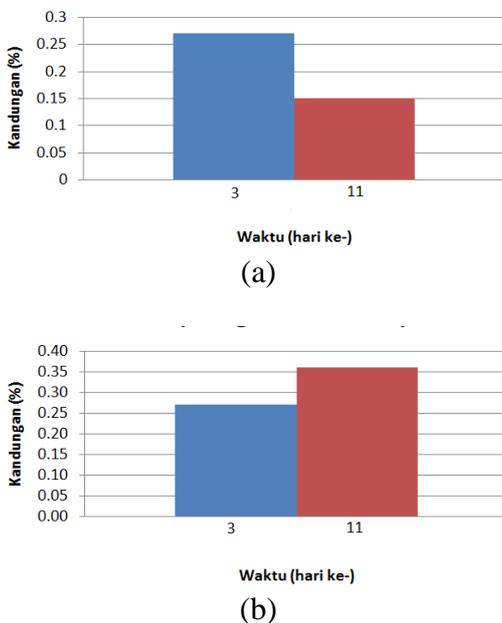
akan berakibat racun pada populasi bakteri metan[4]. Dengan demikian nilai rasio C/N 28,14 untuk campuran kotoran sapi dan *leachate* (Tabel 1) sudah cukup baik untuk pembentukan biogas.

Kadar air kotoran sapi awal adalah 83,29 % sehingga setelah dicampur air atau *leachate* dengan komposisi 1:1 menjadi sekitar 91,0%, kadar air ini sudah cukup baik dan sesuai dengan kadar air bahan baku biogas optimal yaitu mengandung 5-10% bahan kering atau dengan kadar air sebesar 80-90%. [7],[8]

Selain itu, bakteri *acetobakter aceti*, pada tahap asidogenesis dan asetogenesis, untuk menghasilkan asam asetat, memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Untuk terjadinya metabolisme yang merata diperlukan pencampuran yang baik dengan konsentrasi air > 60% [5].

### 3.2 Kandungan Asam Asetat

Pengujian asam asetat pada biodigester asetogenesis dilakukan di Laboratorium Fakultas Farmasi Institut Teknologi Bandung. Sampel diuji secara duplo yaitu asam asetat pada proses awal dan asam asetat pada proses akhir sebelum dimasukkan ke dalam biodigester metanogenesis. Pada Gambar 2a dan 2b ditunjukkan hasil pengujian asam asetat.



Gambar 2: (a) Kandungan asam asetat pada bahan baku kotoran sapi tanpa *leachate*; (b) kandungan asam asetat pada bahan baku kotoran sapi dengan *leachate*.

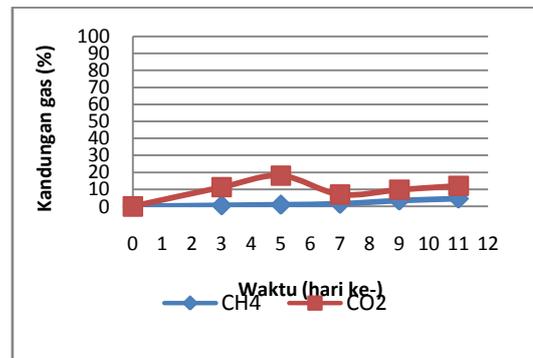
Pada Gambar 2(a) terlihat bahwa kandungan asam asetat mengalami penurunan dari 0,27 % pada saat awal, menjadi 0,15 % pada saat proses asetogenesis. Dengan demikian

penurunan asam asetat adalah sebesar 0,12 % selama 11 hari.

Pada tahap asidogenesis dan asetogenesis, bakteri (*Acetobacter aceti*) menghasilkan asam yang akan berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ),  $\text{H}_2$ , dan  $\text{CO}_2$ . Bakteri ini merupakan bakteri anaerob yang dapat tumbuh dalam keadaan asam, yaitu dengan pH 5,5 – 6,5. Bakteri ini bekerja secara optimum pada temperatur sekitar 30°C [5]. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentuk gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu, bakteri tersebut juga mengubah senyawa bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida,  $\text{H}_2\text{S}$  dan sedikit gas metan ( $\text{CH}_4$ ) [3].

Oleh karena itu, pada proses asetogenesis dengan bahan baku kotoran sapi tanpa *leachate* (Gambar 2a) dengan pH 6,78 (Tabel 1), terjadi penurunan asam asetat disebabkan oleh kondisi pH bahan baku yang kurang optimal. Sedangkan pada biodigester asetogenesis menggunakan kotoran sapi dengan campuran *leachate* yang bersifat asam (pH 5,64), jumlah asam asetat mengalami peningkatan 0.9 % dari saat awal sebesar 0,27 % menjadi 0.36 %. setelah proses asetogenesis (Gambar 2b). Dengan demikian kondisi proses tersebut lebih optimal.

### 3.3 Kandungan Gas Metana ( $\text{CH}_4$ ) dan Gas Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ )

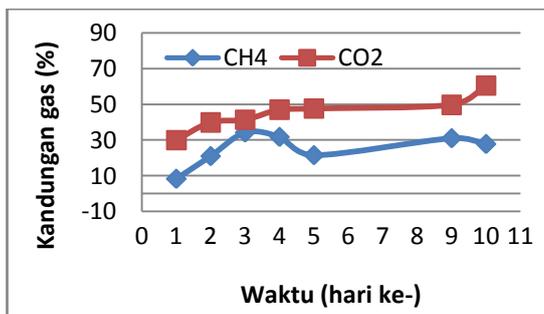


Gambar 3: Komposisi gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) biogas pada proses asetogenesis bahan baku kotoran sapi tanpa *leachate*

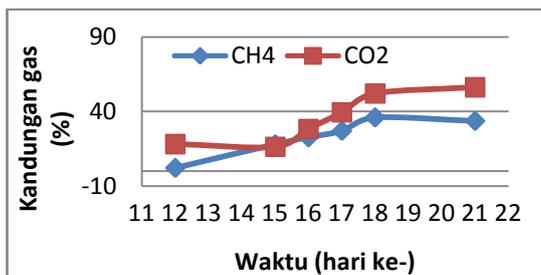
Pada Gambar 3 terlihat bahwa pada tahap asetogenesis dengan bahan baku kotoran sapi tanpa penambahan *leachate*, diperoleh kandungan gas metan cenderung meningkat setiap harinya. Kandungan gas metan pada hari ke-3, 5, 7, 9 dan 11 berturut-turut adalah sebesar 0,61 %; 1,00 %; 1,51 %; 3,43 % dan 4,64 %. Sedangkan kandungan gas  $\text{CO}_2$  setelah hari ke 5 cukup stabil yaitu sekitar 10%.

Pada proses asetogenesis, walaupun gas metan sudah mulai terbentuk, namun persentasenya masih sangat kecil, hal tersebut disebabkan oleh kondisi pH yang asam, sehingga mengakibatkan bakteri penghasil gas metan tidak bekerja secara optimal.

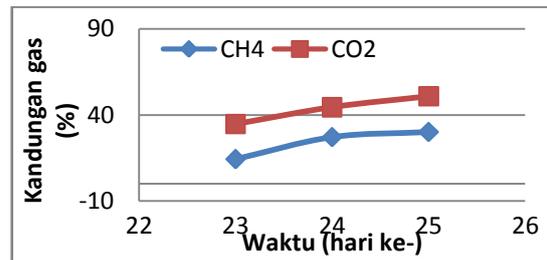
Pada proses asetogenesis dengan bahan baku kotoran sapi yang dicampur leachate, pada tahap awal (Gambar 4a) terlihat bahwa kandungan CH<sub>4</sub> cenderung meningkat cukup besar. Peningkatan kandungan CH<sub>4</sub> terjadi pada hari ke-1 sampai ke-3 yaitu dari 8,31 % menjadi 34,24 %, Pada hari ke-4 sampai ke-10 kandungan gas metan cenderung stabil yaitu sekitar 30 %. Pada hari ke-11 dilakukan pemindahan bahan baku dari digester asetogenesis ke digester metanogenesis sebanyak 80%, kemudian ke dalam digester asetogenesis dimasukkan kembali bahan baku yang baru. Oleh karena itu, pada biodigester asetogenesis baru menghasilkan CH<sub>4</sub> kembali pada hari ke-12 (Gambar 4b) sebesar 2,32 % yang terus meningkat hingga hari ke-18 menjadi 36,07 % dan pada hari ke-19 sebesar 33,78 %.



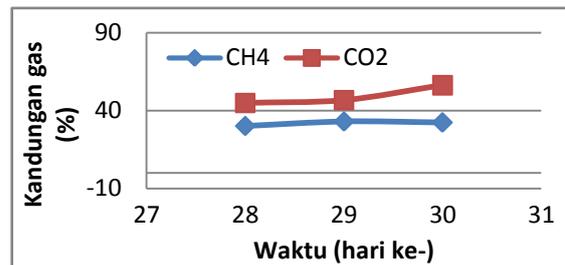
(a) awal



(b) pengisian ulang (80%)



(c) lap 1



(d) lap 2

Gambar 4: Komposisi CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> pada proses asetogenesis bahan baku kotoran sapi dengan *leachate*, (a) kondisi awal; (b) pengisian ulang (80%); (c) lap 1; (d) lap 2 Selanjutnya, pada pengisian ulang bahan baku (lap-1, Gambar 4c), kandungan CH<sub>4</sub> menurun lagi menjadi 14,23 % pada hari ke-23 kemudian meningkat lagi menjadi 30,11 % pada hari ke-25. Hal serupa juga terjadi pada pengisian ulang berikutnya (lap-2) (Gambar 4d). Pada hari ke-28 kandungan CH<sub>4</sub> sebesar 30,21 % yang meningkat menjadi 33,06 % pada hari ke-29.

Sedangkan kandungan CO<sub>2</sub> yang didapatkan pada hari ke-1 sampai hari ke-10 terus mengalami peningkatan. Kandungan tertinggi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan adalah 60,54 % pada hari ke-10. Karena kotoran sapi dan *leachate* dimasukkan ulang pada hari ke-11, maka kandungan CO<sub>2</sub> yang didapat pada hari ke-12 sebesar 18,21 %. Terjadi penurunan kadar CO<sub>2</sub> pada hari ke-15 menjadi 16,44 % dan meningkat kembali sampai hari ke-21 menjadi 56,35 %. Selanjutnya setelah dilakukan pemindahan bahan baku ke biodigester metanogenesis (lap-1) kandungan CO<sub>2</sub> terjadi penurunan pada hari ke-23 menjadi 34,70 % dan perlahan meningkat kembali menjadi 50,85 % pada hari ke-25. Pada hari ke-28 setelah dilakukan Lap 2 kandungannya menjadi 44,97 % dan meningkat menjadi 46,79 % pada hari ke-29.

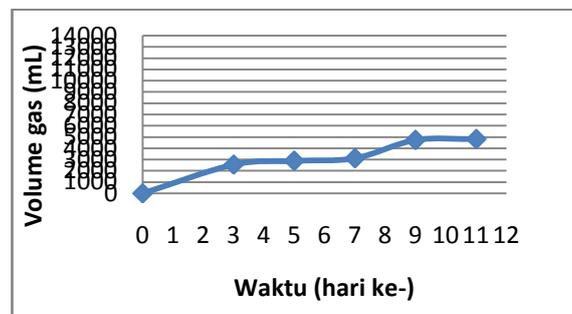
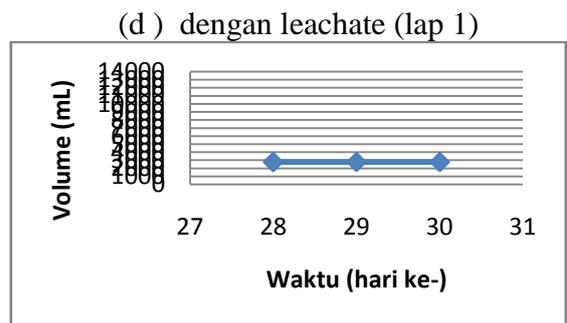
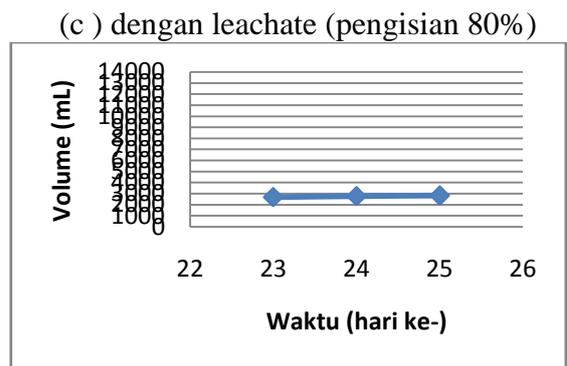
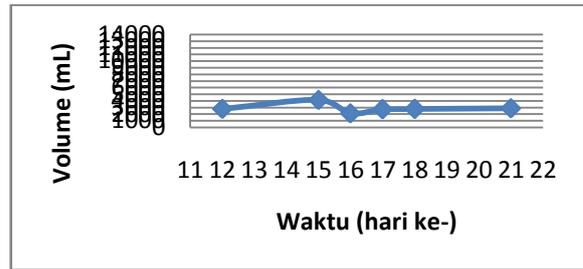
Pada digester asetogenesis ini jumlah kandungan CO<sub>2</sub> jauh lebih tinggi daripada kandungan CH<sub>4</sub> dikarenakan asam organik rantai pendek yang dihasilkan dari tahap fermentasi dan asam lemak yang berasal dari hidrolisis lemak akan difermentasi menjadi asam asetat, H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> oleh bakteri asetogenik[3]. Sehingga kandungan pada proses ini lebih

dominan CO<sub>2</sub> dibandingkan CH<sub>4</sub>. Pada proses ini, CO<sub>2</sub> berperan penting untuk menghasilkan asam asetat karena mikroorganisme homoasetogenik akan mengubah CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub> menjadi asam asetat [2].

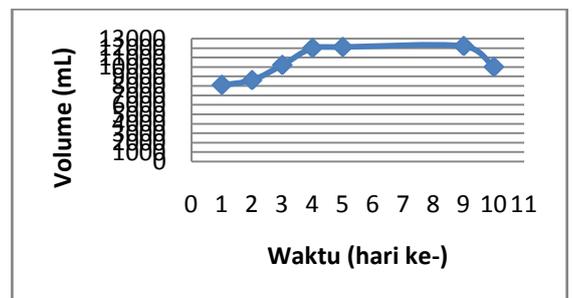
Peningkatan gas CO<sub>2</sub> berbanding lurus dengan CH<sub>4</sub>, yang berarti kedua gas yang dihasilkan tersebut tidak saling bergantung seperti pada biogas satu tahap, dimana kadar CO<sub>2</sub> berbanding terbalik dengan kadar CH<sub>4</sub>. Pada tahap ini kadar CH<sub>4</sub> tidak begitu tinggi dikarenakan suasana asam di dalam digester asetogenesis menekan perkembangbiakan bakteri metanogen sehingga bakteri tersebut menjadi tidak produktif dan menghasilkan gas metan yang lebih sedikit kadarnya dibandingkan CO<sub>2</sub>.

### 3.4 Volume Biogas

Pada proses fermentasi dengan bahan baku kotoran sapi tanpa *leachate* (Gambar 6a), pengukuran volume biogas dilakukan selama dua atau tiga hari sekali dan pada hari ke-3 telah didapatkan volume sebesar 2550 mL. Lalu pada hari ke-5 didapatkan volume sebesar 2870 mL. Volume gas semakin meningkat pada pengecekan hari ke-7 dan ke-9 dengan volume yang dihasilkan sebesar 3100 mL dan 4720 mL. Volume terbanyak dihasilkan digester pada hari ke-11 dimana jumlah volume yang dihasilkan adalah sebesar 4800 mL. Jumlah total volume biogas sebesar 18040 mL. Jika volume gas dirata-ratakan maka jumlah volume yang dihasilkan adalah 1640 ml per hari per 20 liter bahan baku kotoran sapi (20,6kg kotoran sapi).



(a) tanpa leachate



(b) dengan leachate (awal)

(e) dengan leachate (lap 2)

Gambar 6: Volume biogas yang dihasilkan pada proses asetogenesis dengan bahan baku kotoran sapi (a) tanpa leachate, (b) dengan *leachate* kondisi awal (c) pengisian ulang (80%); (d) lap 1; (e) lap 2

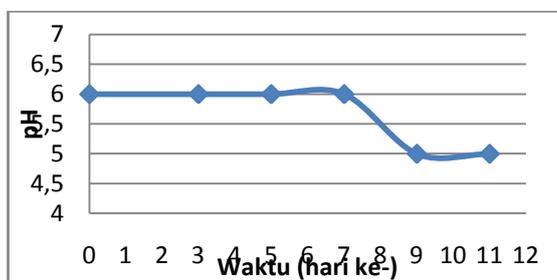
Pada biodigester dengan menggunakan campuran kotoran sapi dan *leachate* menghasilkan jumlah volume yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan saat biodigester menggunakan bahan baku kotoran sapi saja. Pada Gambar 6b terlihat bahwa volume biogas pada hari ke-1 sebesar 8100 ml, kemudian pada hari ke-2 menjadi 8600 mL dan terus meningkat sampai hari ke-4 menjadi 12000 mL. Volume terbanyak didapat pada hari ke-9 yaitu sebesar 12200 mL. Tetapi pada hari ke 10 terjadi sedikit penurunan volume biogas menjadi 10.000 ml (10 liter), dengan total volume gas selama 10 hari adalah 73200 mL, sehingga rata-rata volume gas yang dihasilkan oleh digester asetogenesis adalah sekitar 7320 mL per hari.

Proses yang dilakukan pada digester asetogenesis menggunakan proses kontinyu dimana kotoran sapi dan *leachate* dimasukkan kembali ke dalam digester asetogenesis pada hari ke-11 (Gambar 6c). Dengan demikian gas baru dihasilkan kembali pada hari ke-12 dengan volume sebesar 2800 mL. Selanjutnya mengalami peningkatan menjadi 4140 mL pada hari ke-15. Pada hari ke-16 terjadi penurunan kembali menjadi 2100 mL dan pada hari ke-17 dan ke-18 jumlah volume yang dihasilkan hanya berkisar antara 2700 mL - 2800 mL.

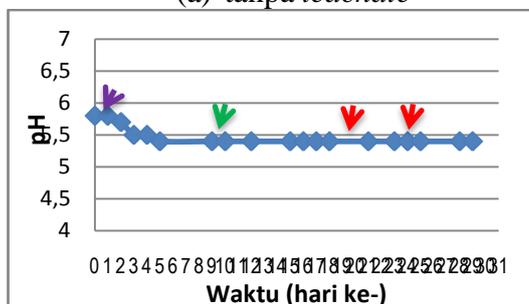
Pada hari ke-22 dilakukan Lap 1 (Gambar 6d) yaitu mengisi ulang bahan baku sebanyak 4 liter. Pengukuran volume gas dilakukan pada hari berikutnya (hari ke-23) diperoleh sebanyak 2670 mL. selanjutnya volume gas meningkat menjadi 2810 mL pada hari ke-25. Lalu pada hari yang sama, digester diisi ulang kembali dengan bahan baku sebanyak 4 liter (Lap 2). Volume gas yang didapat setelah dilakukannya Lap 2 (Gambar 6e) adalah berkisar 2700 mL per hari per 4 liter bahan baku setelah dicampur *leachate* 1: 1 (sama dengan 2 liter bahan baku kotoran sapi).

Peningkatan volume gas yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti pH dan rasio C/N. Semakin lama pH biodigester semakin asam sehingga mempengaruhi produksi gas yang dihasilkan menjadi lebih banyak.

### 3.5 Pengukuran pH



(a) tanpa *leachate*



(b) dengan *leachate*

Gambar 7: Pengukuran pH pada proses asetogenesis dengan bahan baku kotoran sapi, (a) tanpa *leachate*; (b) dengan *leachate*

Pengukuran pH dilakukan pada saat dilakukan pengukuran volume gas dengan menggunakan pH indikator. Pada Gambar 7a terlihat bahwa pH di dalam biodigester sampai dengan hari ke-7 cukup stabil yaitu sekitar pH 6, kemudian setelah hari ke-7 pH di dalam digester menurun hingga mencapai pH 5. Sedangkan pada Gambar 7b terlihat bahwa pH bahan baku campuran kotoran sapi dan *leachate* lebih stabil dengan nilai pH yang lebih kecil yaitu rata-rata sekitar pH 5,4.

Menurut [5], pada tahap asidogenesis dan asetogenesis, bakteri (*Acetobacter aceti*) menghasilkan asam yang akan berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ),  $\text{H}_2$ , dan  $\text{CO}_2$ . Bakteri ini merupakan bakteri anaerob yang dapat tumbuh dalam keadaan asam, yaitu dengan pH 5,5 – 6,5. Bakteri ini bekerja secara optimum pada temperatur sekitar 30°C. Dengan demikian pH pada biodigester kotoran sapi dengan *leachate* lebih mendukung untuk terbentuknya proses asidogenesis dan asetogenesis.

### 4. KESIMPULAN

Proses asetogenesis secara kontinyu menggunakan bahan baku kotoran sapi yang dicampur *leachate* lebih baik dibandingkan dengan bahan baku kotoran sapi tanpa *leachate*. Asam asetat yang dihasilkan pada proses asetogenesis dengan bahan baku kotoran sapi yang dicampur *leachate* lebih tinggi yaitu 0,36% dibandingkan pada bahan baku kotoran sapi tanpa *leachate* yaitu 0,15%. Demikian pula kandungan  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan pada bahan baku kotoran sapi yang dicampur *leachate* lebih tinggi dan cenderung stabil dengan kadar  $\text{CO}_2$  berkisar 50-60 % dibandingkan pada bahan baku hanya kotoran sapi tanpa *leachate* yang hanya menghasilkan kandungan  $\text{CO}_2$  sekitar 10%.

Pada digester asetogenesis penelitian ini juga dihasilkan kandungan  $\text{CO}_2$  jauh lebih tinggi daripada kandungan  $\text{CH}_4$  dikarenakan asam organik rantai pendek yang dihasilkan dari tahap fermentasi dan asam lemak yang berasal dari hidrolisis lemak akan difermentasi menjadi asam asetat,  $\text{H}_2$  dan  $\text{CO}_2$  oleh bakteri asetogenik [3].

Dengan demikian bahan baku kotoran sapi dengan campuran *leachate* lebih baik untuk digunakan dalam pembuatan biogas. Peningkatan keasaman disebabkan oleh bakteri di dalam biodigester asetogenesis dapat berkembangbiak secara optimal yang diakibatkan oleh penambahan *leachate* dengan pH sekitar 5,5.

### UCAPAN TERIMA KASIH

- UPPM Politeknik Negeri Bandung dan LITABMAS DIKTI yang telah memberikan kesempatan pendanaan

penelitian Program Hibah Bersaing tahun 2013 dengan No Kontrak No: 333.12/PL1.R5/PL/2013.

- Ni Putu Swastini Astuti dan Bilal Gizaldi (mahasiswa tugas akhir Jurusan Teknik Konversi Energi POLBAN) yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.
- Laboratorium limbah padat & B3 Departemen Teknik Lingkungan ITB, Laboratorium Instrumen Departemen Teknik Kimia ITB, dan Laboratorium Farmasi ITB, yang telah membantu dalam pengujian bahan baku, produksi asam asetat dan produksi gas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustina, Fransiska (2011). *Evaluasi Parameter Produksi Biogas Dari Limbah Cair Industri Tapioka Dalam Bioreaktor Anaerobik Dua Tahap*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Dieter **Deublein**, Angelika Steinhäuser Wiley, **2008**, *Popularising Technology in the Countryside ...* – VCH.
- [3] **Drapcho**, C., J. Nghiem, and T. Walker, **2008**, *Biofuels Engineering Process*.
- [4] Fry, L.J. (1974). *Practical Building of Methane Power Plant For Rural Energy Independence 2nd edition*. Chapel River Press, Hampshire-Great Britain.
- [5] Gerardi Michael H. (2003). *The Microbiology of Anaerobic Digesters (Paperback)*. John Wiley & Sons Inc, United Kingdom.
- [6] Gunnerson, C.G. and Stuckey, D.C. 1986. *Anaerobic Digestion: Principles and Practices for Biogas System*. The World bank Washington, D.C., USA.
- [7] Harahap, D. Filino; Apandi; Ginting. 1978. *Teknologi Gas Bio*. Surya International. Pusat Teknologi Pembangunan ITB. Bandung.
- [8] Juangga, 2007, *Proses Anaerobic Digestion*, USU Press, Medan.
- [9] Muhamad Abdul Kholiq, *Perbandingan sistem digester anaerob termofilik satu fase dan dua fase*, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 8 No 1, ISSN 1441-318, Jakarta, 2007.
- [10] Purnama, C (2009). *Penelitian Pembuatan Prototipe Pengolahan Limbah Menjadi Biogas*. (<http://www.sttal.ac.id/index.php/lppm/64-biogas>, diakses tanggal 25 Februari 2013.)
- [11] Tina Mulya Gantina, *Pengaruh Kadar Air Sampah Terhadap Potensi Produksi CH<sub>4</sub> pada Degradasi Sampah Kota Secara Anaerobik*, Prosiding Seminar Nasional dan Forum Ilmiah Politeknik Se-Indonesia, Kampus Politeknik Negeri Malang 12 Maret 2007, ISBN: 978-979-98910-1-3.