

**PENGARUH PENGISIAN ULANG SUBSTRAT SUSU BASI PADA ABR (ANAEROBIC BAFFLED REACTOR) DENGAN PROSES SEMI KONTINYU TERHADAP PRODUKSI GAS METANA**

**THE IMPACT OF REFILLING SOUR MILK AS SUBSTRAT USING ABR (ANAEROBIC BAFFLED REACTOR) WITH SEMI CONTINUOUS PROCESS TO METHANE GAS PRODUCTION**

Wildan Fauzan<sup>1</sup>, M. Ramdhan kirom, M.Si<sup>2</sup>, Ahmad Qurthobi, M.T<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>, Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[wildanfauzann@gmail.com](mailto:wildanfauzann@gmail.com), <sup>2</sup>[jakasantang@gmail.com](mailto:jakasantang@gmail.com), <sup>3</sup>[ahmadqurthobi@gmail.com](mailto:ahmadqurthobi@gmail.com)

**Abstrak**

Biogas merupakan salah satu pengembangan energi alternatif yang masih terus dikembangkan hingga saat ini dari hasil penguraian bahan organik oleh bantuan bakteri fermentatif dengan proses anaerob. Salah satu produksi dari biogas adalah gas metana dengan pemanfaatan seperti bahan bakar pengganti minyak tanah, LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), maupun sebagai sumber energi pembangkit tenaga listrik.

Pada penelitian ini, bahan organik yang digunakan adalah susu basi yang dijadikan sebagai substrat dengan pengkondisian keasaman. Untuk menjaga proses anaerob digunakan reaktor dengan jenis ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) dengan proses semi kontinyu yakni melakukan proses pengisian ulang substrat dengan skala konstan agar nilai pH dan volume gas yang dihasilkan selama pengujian menghasilkan nilai yang stabil sehingga proses biogas berlangsung secara optimal, selain itu dari segi desain dan harga ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) mudah untuk dibangun dan tidak mahal karena tidak ada bagian mesin pencampur (*Mechanical Mixing Device*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengisian ulang substrat susu basi terhadap konsentrasi gas metana pada ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) dengan variasi pengisian ulang substrat susu basi yang berbeda, yakni setiap 1,5 jam, 3 jam dan 6 jam sekali selama pengujian pengisian ulang substrat susu basi. Pengukuran konsentrasi gas metana dilakukan dengan uji kromatografi gas.

**Kata kunci :** Biogas, ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*), gas metana

**Abstract**

*Biogas is one of development alternative energy which continuous developed until curenlly from decomposition product of organic material by fermentative bacteria with anaerobic process. One Production From biogas is methane with Utilization as Fuel Substitute Kerosene, LPG (Liquefied Petroleum Gas), as well as Energy Source Power Plant.*

*In this research, organic material was used is sour milk as substrate by conditioning the acidity. To maintain process anaerobic use reactor with ABR (Anaerobic Baffled Reactor) type with semi continuous process are doing constanly scale refilling substrate process with the intention of pH value and volume of gas produced during the experiment generates stable value so the process underway operates optimal biogas, other than that from design and price aspect ABR (anaerobic Baffled Reactor) easy to build and inexpensive because no part of mixing machine (Mechanical mixing Device).*

*The objective of the research is determine the effect of refilling sour milk substrate to methane gas concentrations on ABR (Anaerobic Baffled Reactor) with different refilling sour milk substrate variations every 1,5 hours, 3 hours and 6 hours during refiling sour milk substrat test. Measurement methane gas concentrations use chromatography gas tests.*

**Keywords:** Biogas, ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*), methane gas

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi sudah menjadi kebutuhan pokok setiap manusia. Energi diperlukan untuk pertumbuhan kegiatan industri, jasa, perhubungan dan rumah tangga [1], akan tetapi permasalahan mengenai sumber daya energi terus berlangsung hingga saat ini karena permintaan terhadap energi yang sangat tinggi akan berdampak terhadap ketersediaan energi yang ada. Permintaan terhadap minyak mentah naik 1,6 juta barel per hari jika membandingkan dari triwulan pertama pada tahun 2004 dan pada awal tahun 2015 dunia yang mencapai 84,1 juta barel per hari dan harga minyak mentah mencapai 50 dolar US per barel. Harga ini masih dikategorikan cukup tinggi bagi negara berkembang seperti Indonesia [2]. Untuk itu inovasi energi alternatif sangatlah diperlukan seiring perkembangan dunia dalam hal kebutuhan energi.

Salah satu inovasi dalam pengembangan energi alternatif ialah Biogas yang merupakan *renewable energy* yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam. Biogas umumnya mengandung gas metana ( $CH_4$ ) sekitar 60 - 70% yang bila dibakar akan menghasilkan energi panas sekitar 1000 British Thermal Unit/ft<sup>3</sup> atau 252 Kkal/0,028 m<sup>3</sup> [3]. Proses pembentukan biogas ialah dari hasil penguraian bahan organik atau limbah organik oleh bakteri fermentatif [4].

Pada penelitian ini limbah organik yang digunakan sebagai substrat pembuatan biogas adalah susu basi atau susu yang sudah melewati batas kelayakan konsumsi yang berasal dari sektor industri pangan susu sapi Kecamatan Cisarua, Bogor dikarenakan industri tersebut menghasilkan pencemaran air yang cukup tinggi pada aliran sungai Ciliwung hulu yang merupakan daerah dari kawasan industri pangan susu sapi [5], selain itu komposisi susu memiliki senyawa kompleks pembentukan biogas seperti protein dan laktosa.

Terdapat berbagai metode untuk menghasilkan biogas, salah satunya menggunakan metode *anaerobic digester* dengan pengkondisian keasaman pada substrat. Pada penelitian ini digester yang digunakan adalah ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*), dikarenakan sebuah ABR mudah untuk dibangun dan tidak mahal karena tidak ada bagian atau mesin pencampur (*mechanical mixing device*) [6]. reaktor ini memiliki kompartemen- kompartemen yang dibatasi oleh sekat-sekat vertikal yang berfungsi sebagai pengatur jalannya aliran substrat [7]. Pada penelitian ini proses pemberian substrat tidak dialirkan secara terus menerus sampai proses pembuangan, akan tetapi proses pembuangan hanya dilakukan ketika pengisian ulang substrat (semi kontinyu). Proses semi kontinyu dilakukan agar nilai pH substrat dan volume gas yang dihasilkan dalam ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) tetap stabil .

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengisian ulang substrat susu sapi basi yang ideal terhadap produksi gas metana pada biogas menggunakan ABR dengan variasi pengisian ulang yakni setiap 1,5 jam, 3 jam dan 6 jam sekali selama pengujian untuk menghasilkan produksi gas metana yang optimal dan waktu pengujian yang dilakukan sesuai dengan nilai HRT (Hydraulic Retention Time).

### 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini :

Menghasilkan produksi gas metana melihat dari kestabilan nilai pH dan volume dengan pengisian ulang substrat susu basi menggunakan proses semi kontinyu pada ABR selama nilai HRT.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Biogas

Biogas merupakan sumber energi alternatif ramah lingkungan yang dapat diperbaharui yang terbuat dari dekomposisi biomassa secara anaerob (tidak melibatkan oksigen bebas) pada temperatur ruangan yaitu 27-33°C, gas yang dihasilkan ialah gas yang diperoleh dari proses penguraian bahan organik oleh aktivitas bakteri fermentatif. Biogas memiliki kandungan energi tinggi yang tidak kalah dari kandungan nilai energi bahan fosil. Oleh karena itu, biogas sangat cocok menggantikan minyak tanah, LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), dan bahan bakar fosil lainnya. Biogas tersusun dari sebagian besar gas metana ( $CH_4$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ), dan hidrogen (H) serta beberapa gas lain dalam jumlah yang relatif sedikit. Berbagai macam metode pembuatan biogas telah dilakukan, salah satunya menggunakan anaerob digester [4].

#### 2.1.1 Prinsip Dasar Pembuatan Biogas

Pada umumnya, proses anaerob akan menghasilkan gas metana, hidrogen, dan karbon dioksida. Penguraian senyawa organik seperti karbohidrat, lemak, dan protein yang terdapat dalam limbah dengan proses anaerobik akan menghasilkan biogas. Proses fermentasi anaerob berlangsung dalam tiga tahap secara berantai, yaitu:

##### 1. Tahap Hidrolisis

Pada tahap hidrolisis ini, polisakarida diurai menjadi glukosa (proses hidrolisis) dan diubah menjadi asam asetat melalui proses glikolisis. Dapat disimpulkan bahwa pada tahapan ini, polisakarida yang tidak larut dalam air diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti asam lemak.

##### 2. Tahap Asidogenesis

Pada tahap asidogenesis ini, bakteri asam menghasilkan asam asetat dalam suasana anaerob.

3. Tahap Asetogenesis  
Selama proses asetogenesis, produk yang dihasilkan yang tidak dapat diubah secara langsung diubah menjadi substrat metanogen oleh bakteri. Bakteri yang mengkonversi produk hidrolisis menjadi substrat metanogen seperti asam asetat, hidrogen, dan karbondioksida.
4. Tahap Metanogenesis  
Pada tahap ini, bakteri metanogen membentuk gas metana dalam proses anaerob. Proses ini berlangsung pada temperatur ruangan dalam reaktor sekitar 20-40°C (mesofilik).

### 2.1.2 Faktor yang Menentukan Produksi Biogas

Penghasilan biogas dapat mencapai kondisi optimal jika bakteri yang terlibat dalam proses tersebut berada dalam lingkungan yang ideal. Berikut ini merupakan beberapa hal yang perlu diperhatikan agar bakteri penghasil biogas dapat menghasilkan gas secara optimal, yaitu:

1. Lingkungan abiotis  
Bakteri yang dapat memproduksi gas metana tidak memerlukan oksigen dalam pertumbuhannya (anaerob). Oleh karena itu, biodigester harus tetap dijaga dalam keadaan abiotis (tanpa kontak langsung dengan Oksigen (O<sub>2</sub>)).
2. Temperatur  
Secara umum terdapat tiga rentang temperatur yang disenangi oleh bakteri, yaitu:
  - a. Psikofilik (temperatur 0 – 25°C), optimal pada temperatur 20-25°C
  - b. Mesofilik (temperatur 20 – 40°C), optimal pada temperatur 30-37°C
  - c. Termofilik (temperatur 45 – 70°C), optimal pada temperatur 50-55°C.
 Temperatur merupakan salah satu hal yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri. Menjaga temperatur tetap pada kondisi optimal yang mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri, akan meningkatkan produksi biogas.
3. Derajat keasaman (pH)  
Bakteri asidogen dan metanogen memerlukan lingkungan dengan derajat keasaman optimal yang sedikit berbeda untuk berkembang biak. pH yang rendah dapat menghambat pertumbuhan bakteri asidogenesis, sedangkan pH di bawah 6,4 dapat meracuni bakteri metanogenesis. Rentang pH yang sesuai bagi perkembangbiakan bakteri metanogenesis 6,6-7 sedangkan rentang pH bagi bakteri pada umumnya adalah 6,4-7,2 [8]. Derajat keasaman harus selalu dijaga dalam wilayah perkembangbiakan optimal bagi bakteri agar produksi biogas stabil.

### 2.1.3 Teori Dasar HRT (Hydraulic Retention Time)

Secara Teoritis HRT merupakan lamanya waktu material organik berada didalam tanki digester. Selama proses ini terjadi pertumbuhan bakteri anaerob pengurai, proses penguraian material organik, dan stabilisasi pembentukan biogas menuju kepada kondisi optimumnya. Secara keseluruhan, HRT atau lama waktu penguraian mencakup 70%-80% dari keseluruhan waktu proses pembentukan biogas. Lama waktu HRT sangat tergantung dari jenis substrat sebelum dilakukan proses pencernaan / digesting diproses 37°C [9].

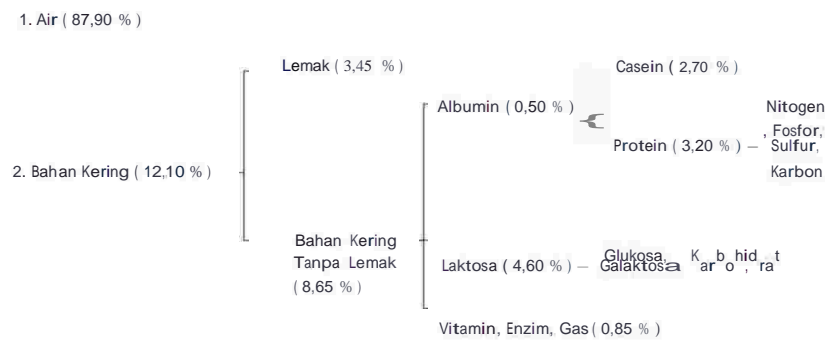
Lama proses HRT merupakan jumlah hari proses pencernaan pada tanki anaerob terhitung mulai pemasukan bahan organik sampai proses awal pembentukan biogas dalam digester anaerob. HRT dipersyaratkan dalam pengoperasian ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) adalah lebih dari 8 jam [10]. Nilai HRT terlalu kecil dapat mengakibatkan terjadinya laju pertumbuhan bakteri yang tidak cukup untuk menghilangkan polutan [11].

Waktu tinggal dalam pencerna adalah rerata periode waktu saat input masih berada dalam pencerna dan proses pencernaan oleh bakteri metanogen, waktu tinggal dihitung dengan pembagian volume total dari pencerna oleh volume input yang ditambah setiap hari.

Proses perubahan padatan terlarut menjadi gas dalam reaksi anaerobik sangat bergantung pada HRT. Lamanya waktu retensi berpengaruh dalam banyaknya produksi metan yang dihasilkan.

### 2.1.4 Limbah Industri Susu Basi

Pada penelitian ini limbah industri yang digunakan adalah susu basi atau susu yang sudah melewati tanggal layak konsumsi untuk dijadikan sebagai substrat pembuatan biogas. Prosentase komposisi susu rata rata adalah sebagai berikut : [12]



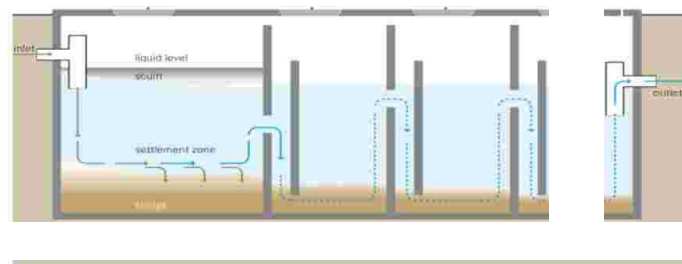
Gambar 2.1 Diagram Komposisi Susu

### 2.1.5 Gas Metana

Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) adalah salah satu gas yang termasuk dalam golongan gas rumah kaca bersama dengan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan hidrogen ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sehingga dapat menyerap dan meneruskan radiasi sinar matahari yang akhirnya dapat menimbulkan pemanasan global dan metana juga merupakan suatu alkana yang dimana sifat alkana adalah mudah mengalami reaksi pembakaran atau gas yang mudah terbakar proses ini sering terjadi pada biogas. Gas metana adalah gas yang tidak berbau, tidak berwarna, dan mudah terbakar sehingga dapat menimbulkan ledakan dan kebakaran pada *landfill* jika berada di udara dengan konsentrasi 5-15% , Peningkatan konsentrasi gas metan di atmosfer sebanyak 70% yang berasal dari kegiatan manusia [13]. Terdapat berbagai pemanfaatan dari gas metana seperti bahan bakar pengganti minyak tanah, LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), bahan bakar fosil lainnya maupun sebagai sumber energi pembangkit tenaga listrik.

### 2.1.6 Reaktor ABR (Anaerobic Baffled Reactor)

*Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) atau dikenal juga dengan *Anaerobic Baffled Septic Tank* (ABST) merupakan reaktor anaerob untuk menghasilkan produksi biogas. pada reaktor anaerob, slurry bisa dimasukan hingga 3/4 dari reaktor [14]. Volume sisa di bagian atas reaktor diperlukan sebagai ruang pengumpulan gas. *Anaerobic Baffled Reactor* memiliki kompartemen- kompartemen yang dibatasi oleh sekat-sekat vertikal untuk mengatur jalannya aliran dan menahan sejumlah lumpur berkonsentrasi tinggi pada kompartemen-kompartemen yang dibentuk oleh sekat-sekat tersebut. Umumnya sebuah ABR terdiri dari kompartemen-kompartemen yang tersusun seri, Rangkaian kompartemen pada ABR secara seri memiliki keuntungan dalam membantu mengolah substansi yang sulit didegradasi [7].

Gambar 2.2 Proses aliran pada *Anaerobic Baffled Reactor* 3 sekat

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Perancangan ABR

Pada sistem digester ini ABR dibuat dengan bahan dasar akrilik dengan volume 20 liter dan terdapat corong pengisian ulang sebagai penyalur substrat ke ABR berbahan plastik. ABR di desain dengan kompartemen-kompartemen atau batasan sekat-sekat vertikal sebagai pengatur jalannya aliran dengan batas volume tiap kompartemen adalah 3,75 liter sehingga total volume substrat dan sumber bakteri di dalam ABR adalah 15 liter, sedangkan sisa volume 5 liter dibagian atas kompartemen digunakan sebagai ruang pengumpulan gas.



Gambar 3.1 ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) Semi Kontinyu

Pada perancangan ABR terdapat corong sebagai tempat pengisian ulang substrat yang disalurkan oleh pipa *influent* sedangkan pipa *effluent* di rancang pada bagian sisi kompartemen akhir dan akan dibuka tiap proses pengisian ulang substrat. Pada kompartemen ke tiga terdapat *sampling point* menggunakan kran untuk melakukan proses pengecekan pH oleh pH meter dan pada bagian atas ABR dipasang tandon gas untuk menampung gas metana yang dihasilkan. ABR ini menggunakan proses semi kontinyu dimana pemberian substrat pada pipa *influent* tidak dialirkan secara terus menerus sampai proses pembuangan substrat di pipa *effluent*.

### 3.2 Metode Pengukuran dan Pengambilan Data

Untuk melakukan pengukuran dan pengambilan data, sebelumnya lakukan pengujian HRT pada *Batch Reactor* sebagai batas waktu pengujian pada ABR. Pertama-tama lakukan campuran sumber bakteri berbanding substrat 3:1 pada *Batch Reactor* [15] sehingga total volume campuran sumber bakteri dengan substrat adalah 15 liter. Untuk melakukan pencampuran sumber bakteri berbanding substrat siapkan terlebih dahulu sumber bakteri dengan komposisi 10,25 kg rumen sapi, 10,25 kg air dan 1 kg air gula, pada proses pembuatan sumber bakteri 10,25 kg rumen sapi dicelupkan menggunakan karung bawang kedalam 10,25 kg air yang terlebih dahulu dipanaskan dengan suhu antara 45° – 50° C , setelah itu lakukan penambahan 1 kg air gula sebagai nutrisi untuk sumber bakteri hingga tercampur pada 10,25 kg sehingga menjadi 11,25 kg, lalu diadukan selama 2 hari pada wadah. Setelah sumber bakteri didiamkan selama 2 hari, lakukan pencampuran dengan substrat.

Substrat memiliki komposisi campuran susu basi dengan air sebanyak 1:3 [15] yang telah dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu mencapai 45° – 50° C dan telah didiamkan hingga mencapai suhu ruangan.

Setelah sumber bakteri dan substrat tercampur pada *Batch Reactor* lakukan pengujian untuk mengetahui nilai HRT dengan mendiamkan substrat dan sumber bakteri diiringi pengkondisian nilai pH antara 6,8 – 7,2 setiap harinya pada *Batch Reactor* hingga tidak ada lagi produksi gas yang dihasilkan.



Gambar 3.2 *Batch Reactor*

Setelah nilai HRT oleh *Batch Reactor* diketahui, lakukan pengujian pengisian ulang substrat pada ABR setiap harinya selama nilai HRT. Laju pengisian ulang perhari dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Laju Pengisian Ulang Substrat Harian (Liter/Hari)} = \frac{\text{Volume Digestor (Liter)}}{\text{HRT (Hari)}} \quad (3.1) [9]$$

dengan menyiapkan kembali terlebih dahulu substrat dan sumber bakteri bervolume 15 liter di dalam ABR seperti proses awal pada *Batch Reactor* sebelum melakukan pengujian HRT.

Setelah mendapatkan laju pengisian ulang substrat per hari, dilakukan variasi menjadi pengisian ulang substrat dengan skala volume per 1,5 jam sekali, per 3 jam sekali dan per 6 jam sekali sehingga pengujian dilakukan sebanyak 3 kali.

Pada saat melakukan pengisian ulang substrat, nilai pH pada substrat dikondisikan hingga mencapai nilai pH yang optimum yakni 6,8 – 7,2 dengan cara pemberian NaOH serta ukur volume gas yang dihasilkan setiap harinya pada tandon gas ABR dengan cara mencelupkan tandon gas ke dalam wadah yang diberi skala volume serta telah diisi air lalu lihat kenaikan volume air didalam wadah untuk mengetahui volume gas yang dihasilkan dan ukur konsentrasi gas metana melalui uji kromatografi gas dengan memperhatikan faktor koreksi gas metana setiap harinya selama nilai HRT. Uji kromatografi gas dilakukan di fakultas FMIPA ITB. Setelah ketiga pengujian dengan skala volume dan waktu yang berbeda setiap pengujiannya telah dilakukan, bandingkan konsentrasi gas metana yang dihasilkan setiap pengujiannya.

4. Hasil dan Analisis

4.1 Nilai HRT

Tabel 4.1 Volume Gas Pada Pengujian Nilai HRT

Hari	Volume Gas (L)
1	1,895
2	1,42
3	1,6
4	1,25
5	0,875
6	0,25
7	0

Terlihat pada tabel 4.1 pada hari ketujuh sudah tidak ada lagi gas yang dihasilkan, hal ini menunjukkan bahwa nilai HRT adalah tujuh hari. Dengan hasil tersebut maka batas pengujian pengisian ulang substrat pada ABR semi kontinyu adalah tujuh hari.

4.2 Karakterisasi Substrat

Proses pembuatan substrat susu basi untuk melakukan proses pengujian pengisian ulang substrat ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) ditentukan dari hasil pengujian nilai HRT. Diketahui nilai HRT yang dilakukan pada *batch reactor* adalah 7 hari, maka untuk mengetahui laju pengisian ulang substrat pada ABR yakni dengan menggunakan persamaan (3.1) didapatkan nilai laju pengisian ulang yakni 2,14 liter susu basi per harinya sampai dengan akhir pengujian pengisian ulang substrat pada ABR yakni sampai hari ketujuh.

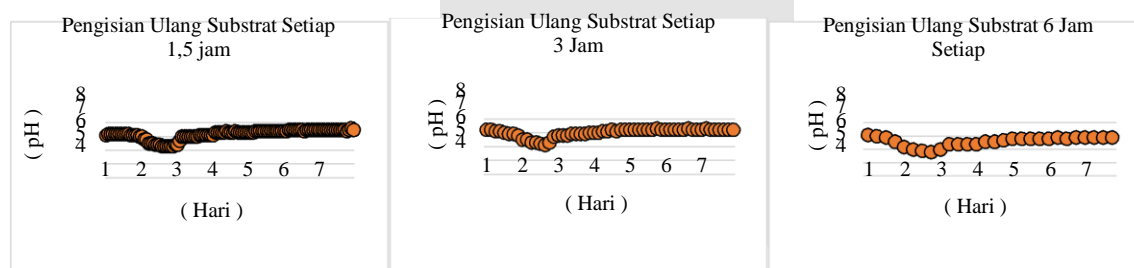
Tabel 4.2 Volume Pengisian Ulang Substrat

Laju Pengisian Ulang Substrat = 2,14 Liter / Hari		
1,5 Jam sekali ( 16 Kali pengisian ulang substrat / Hari )	3 Jam sekali ( 8 kali pengisian ulang substrat / Hari )	6 Jam sekali ( 4 kali pengisian ulang substrat / Hari )
$2,14 / 16 = 0,13$ liter setiap pengisian ulang	$2,14 / 8 = 0,26$ liter setiap pengisian ulang	$2,14 / 4 = 0,53$ liter setiap pengisian ulang

4.3 Pengujian pengisian Ulang Substrat

Pengujian pengisian ulang substrat dilakukan selama 7 (tujuh) hari pada ABR semi kontinyu dengan kondisi awal terisi substrat dan sumber bakteri yakni 1 : 3 yang dimulai pada hari kesatu pukul 18.00 WIB sampai dengan hari ketujuh pukul 18.00 WIB pada hari terakhir pengujian. pada pengisian ulang substrat dilakukan variasi perbandingan yakni dengan pengisian ulang substrat setiap 1,5 jam, 3 jam dan 6 jam selama pengujian pengisian ulang substrat susu basi.

4.3.1 Perbandingan Nilai pH

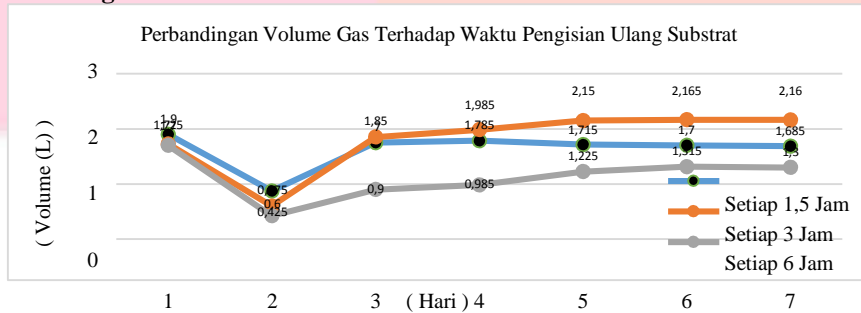


Gambar 4.1 Nilai pH Terhadap Pengisian Ulang Substrat

Pada gambar 4.1 terlihat ketiga variasi pengisian ulang substrat pada hari kedua pengujian mulai mengalami penurunan nilai pH yang diakibatkan oleh proses asidogenesis, penurunan nilai pH paling

rendah ditunjukkan pada pengisian ulang setiap 6 jam sekali dengan nilai dibawah nilai 6. Pada hari ketiga pengujian semua variasi pengisian ulang substrat mengalami kenaikan nilai pH hingga hari kelima, terlihat pada pengisian ulang setiap 1,5 jam sekali nilai pH mengalami kenaikan lebih cepat dibanding pengisian ulang substrat lainnya dan cenderung stabil setelah hari kelima akan tetapi kestabilan nilai pH terlihat diatas range pH 6,8 – 7,2, apabila dibandingkan pada pengisian ulang substrat lainnya, nilai pH pada pengisian ulang substrat setiap 3 jam sekali terlihat cenderung stabil pada range nilai pH 6,8 – 7,2, sedangkan pada pengisian ulang setiap 6 jam sekali terlihat sebaliknya, nilai pH pada pengisian ulang 6 jam per hari cenderung stabil di bawah range nilai pH 6,8 – 7,2. Pada ketiga variasi pengisian ulang substrat mengalami kestabilan nilai pH dari hari kelima hingga hari terakhir pengujian.

**4.3.2 Perbandingan Volume Gas**



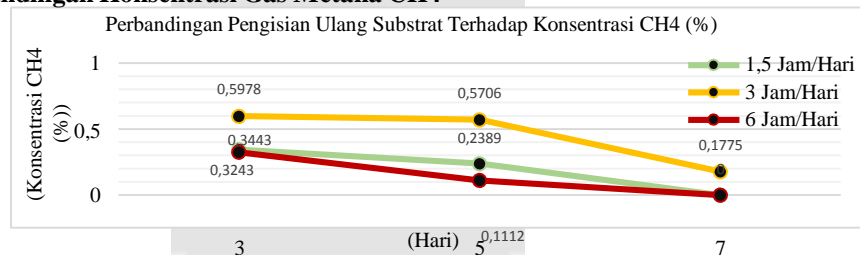
Gambar 4.2 Perbandingan Volume Gas Terhadap Waktu pengisian Ulang Substrat

Pada gambar 4.2 terlihat pada hari kedua semua variasi pengisian ulang mengalami penurunan volume gas yang dipengaruhi oleh penurunan nilai pH, terlihat pada pengisian ulang substrat setiap 1,5 jam sekali volume gas yang dihasilkan yakni 0,875 liter dan pengisian ulang substrat setiap 3 jam sekali yakni 0,6 liter sedangkan pada pengisian ulang substrat setiap 6 jam sekali yakni 0,425 liter. Pada hari ketiga semua variasi pengisian ulang substrat mengalami kenaikan volume gas dari hari sebelumnya, terlihat pada pengisian ulang substrat setiap 1,5 jam sekali volume gas yang dihasilkan menjadi 1,75 liter dan pada pengisian ulang substrat setiap 3 jam sekali menjadi 1,85 liter dan pada pengisian ulang substrat setiap 6 jam sekali menjadi 0,9 liter. Pada hari keempat volume gas yang dihasilkan mengalami kenaikan kembali dari hari sebelumnya, terlihat pada pengisian ulang substrat setiap 1,5 jam sekali volume gas yang dihasilkan yakni 1,785 liter dan pada pengisian ulang substrat setiap 3 jam sekali 1,785 liter sedangkan untuk pengisian ulang substrat setiap 6 jam sekali yakni 0,985 liter. pada hari kelima hingga ketujuh volume gas tertinggi dihasilkan pada pengisian ulang setiap 3 jam sekali dengan nilai 2,15 liter pada hari kelima, 2,165 liter pada hari keenam, 2,16 liter pada hari ketujuh sedangkan pada pengisian ulang setiap 1,5 jam sekali volume gas yang dihasilkan pada hari kelima hingga ketujuh yakni 1,715 pada hari kelima, 1,7 pada hari keenam dan 1,685 liter pada hari ketujuh, dan pada pengisian ulang substrat setiap 6 jam sekali volume gas yang dihasilkan terlihat paling rendah dibandingkan dengan pengisian ulang substrat setiap 3 jam sekali dan 6 jam sekali. Dari data volume yang diperoleh nilai pH pada ketiga pengisian ulang substrat mempengaruhi terhadap volume gas yang dihasilkan.

**4.4 Konsentrasi Gas Metana (CH4)**

Untuk melakukan pengukuran konsentrasi gas metana (CH4) volume gas yang dihasilkan pada pengujian pengisian ulang substrat diukur melalui uji kromatografi gas di fakultas FMIPA ITB, volume gas yang diukur yakni pada hari ke 3, 5 dan 7.

**4.4.1 Perbandingan Konsentrasi Gas Metana CH4**



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Konsentrasi Gas Metana ( CH4) Pada Setiap Pengisian Ulang Substrat

Terlihat pada gambar 4.3 untuk pengisian ulang substrat setiap 3 jam sekali menunjukkan konsentrasi tertinggi yakni 0,5978 % di hari ketiga, 0,5706 % di hari kelima dan 0,1775 % dihari ketujuh sedangkan

pada pengisian ulang substrat setiap 1,5 jam sekali yakni 0,3443 % di hari ketiga, 0,2389 % di hari kelima dan 0 % dihari ketujuh,

sementara pada pengisian ulang substrat setiap 6 jam sekali menunjukkan konsentrasi gas terendah dibandingkan pengisian ulang substrat lainnya yakni 0,3243 % di hari kesatu, 0,1112 % dihari kelima dan 0 % dihari ketujuh. Pada hari ketujuh pengujian dari setiap pengisian ulang substrat menunjukkan nilai terendah dikarenakan kadar sumber bakteri di dalam ABR cenderung habis.

## 5. Kesimpulan

1. Pengisian ulang substrat susu basi mempengaruhi konsentrasi gas metana (  $CH_4$  ) yang dihasilkan. Pada proses pengisian ulang substrat, konsentrasi tertinggi dihasilkan dari pengisian ulang substrat dengan laju 0,26 liter setiap 3 jam sekali selama pengujian dengan konsentrasi 0,5978 % di hari ketiga, 0,5706 % di hari kelima dan 0,1775 % dihari ketujuh.
2. Pada pengisian ulang substrat dengan laju 0,26 liter setiap 3 jam sekali selama pengujian, nilai pH di dalam ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) pada hari kelima hingga ke tujuh terlihat stabil pada range 6,8 – 7,2 dibandingkan dengan variasi pengisian ulang lainnya, sehingga volume gas yang dihasilkan pun cenderung stabil dengan hasil 2,15 liter pada hari kelima, 2,165 pada hari keenam dan 2,16 liter pada hari ketujuh hal ini menunjukan proses semi kontinyu pada ABR berlangsung dengan baik.

## Daftar Pustaka

- [1] Widodo, T.W., A. Asari, A. Nurhasanah and E. Rahmarestia. 2005. *Biogas Technology Development for Small Scale Cattle Farm Level in Indonesia*. International Seminar on Development in Biofuel Production and Biomass Technology. Jakarta.
- [2] Simamora, S., Salundik, S. Wahyuni dan Sarajudin. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- [3] Haryati, T. 2006. *Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Balai Penelitian Ternak: Jurnal.
- [4] Ni'mah (2014). *Biogas From Solid Waste Of Tofu Production and Cow Manure Mixture: Compostion Effect* 1(1),1-2. Jurnal Teknik Kimia.
- [5] Riesti, S. 2010. *Analisis Kelayakan Pengusahaan Sapi Perah dan Pemanfaatan Limbah Untuk Menghasilkan Biogas Pada Kondisi Risiko*. Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor: Skripsi
- [6] Polprasert, C., Van der Steen, N.P., Veenstra, S., and Gijzen, H.J., 2001. *Wastewater Treatment II: Natural System for Wastewater Management*. Delft: International Institute for Infrastructure, Hydraulics and Environmental Engineering (IHE Delft).
- [7] Sasse, L., (1998). *DEWATS; Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Delhi: BORDA
- [8] Laili, N, Wilujeng, A. *Pengaruh Pengaturan pH dan Pengaturan Operasional Dalam Produksi Biogas Dari Sampah*. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya
- [9] Richardo, B. 2010. *Pembuatan Biogas Dari Limbah Organik dan Pemanfaatannya*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia: Tesis
- [10] Indriani, T. Dan W. Herumurti. 2010. *Studi Paket Pengolahan Grey Water Model Kombinasi ABR- Anaerobic Folter*. Institusi Teknologi Sepuluh November: Skripsi.
- [11] Schnurer, A. And A. Jarvis. 2009. *Microbiological Handbook for Biogas Plants*
- [12] Saleh, E. 2004. *Dasar Pengolahan Susu Dan Hasil Ikutan Ternak*. Universitas Sumatra Utara: Jurnal.
- [13] Lestari Indah Letisa dan Soemirat Juli (2013). *Penentuan Konsentrasi Gas Metan Di Udara Zona 4 TPA Sumur Batu Kota Bekasi* 1(1), 1-11. Jurnal Institut Teknologi Nasional.
- [14] Garcelon, J., and Clark, J., 2005. *Waste Digester Design*, Civil Engineering Laboratory Agenda, University of Florida, USA.
- [15] Annas, M (2016). *Pengaruh pH terhadap produktivitas gas di Anaerobic Reactor dengan substrat limbah makanan*. Universitas Telkom, Bandung: Jurnal