

Karakteristik Substrat dalam Proses Anaerob menggunakan *Biodigester*

RISMA MUSTAMI KH, SITI AINUN, ETIH HARTATI

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITENAS

Email : imakhairani@yahoo.com

ABSTRAK

Pasar menghasilkan sampah organik dalam jumlah yang besar, dimana sampah organik memiliki kandungan organik yang tinggi dan dapat menjadi salah satu polutan bagi lingkungan. Oleh sebab itu perlu dilakukan penanganan terhadap sampah organik memanfaatkannya sebagai bahan baku biodigester. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik substrat dalam proses anaerob. Tahapan dalam penelitian ini meliputi pemilahan, pencacahan dan pencampuran. Setelah melewati tahapan tersebut substrat dimasukan ke dalam reaktor batch anaerob berbentuk tabung dengan bahan fiber glass dan memiliki volume operasional 5 liter. Parameter yang diperiksa yaitu temperatur, pH, COD, C-Organik, NTK dan fosfat. Penelitian ini dilakukan selama 57 hari dengan menggunakan dua variasi dan kontrol. Kontrol yaitu sampah organik pasar dan kotoran sapi dengan rasio 1:1, variasi 1 (rasio sampah organik : air : kotoran sapi yaitu 1 : 1 : 2) dan variasi 2 (rasio sampah organik pasar : air : kotoran sapi yaitu 1 : 0,5 : 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik substrat pada variasi 1 memiliki rasio C:N, C:P, dan N:P yang mendekati untuk proses anaerob yaitu 61,2, 301,77 dan 5 serta temperatur dengan rentang 25-27°C dan kondisi pH yang lebih cepat mencapai netral di hari ke-15 sebesar 7.

Kata Kunci : *Sampah organik pasar, proses anaerob, karakteristik substrat*

ABSTRACT

Traditional market produce high quantities of organic waste, this kind of waste have a high content of organic compound and will be polluted the environment. Therefore it is necessary to control that organic waste. One of the ways to solve this problem is using it as raw material in biodigester. The anaerob process in biodigester was produced methan gas that can be use as an alternative fuel. The aim of this research to evaluate the effect of water addition in biodigester with anaerobic process. The stages in this study waste included sorting, copping and mixing. The reactor that have been use for the research tubular anaerobic bacth reactor made from fiber glass with 5 L operational volume. Parameters were exanimated are temperature, pH, COD and compotition of gas producted. This research has been carried out for 57 days and operated simultaneously by using two variation of raw material compotition and control. The control consist of waste and manure with consist of with 1:1 ratio, first variation consist of waste:water:manure with 1:1:2 and second variation consist of waste:water:manure with 1:0,5:2 part respectively. This research was so that first variation was a good performance ratio C:N, C:P dan N:P states up 61,2, 301,77 and 5 and then temperature 25-27°C and pH states up 7.

Keyword : *Market organic waste, anaerobic digestion, charatherictic substrat*

1. PENDAHULUAN

Sistem pengolahan sampah merupakan bagian dari penanganan sampah dan menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 didefinisikan sebagai proses perubahan bentuk sampah dengan mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah. Pengolahan sampah merupakan kegiatan untuk mengurangi jumlah sampah, disamping memanfaatkan nilai yang masih terkandung dalam sampah itu sendiri (bahan daur ulang, produk lain dan energi). Pengolahan sampah dapat dilakukan berupa: pengomposan, recycling/daur ulang, insinerasi dan sanitary landfill.

Pasar memberikan kontribusi timbulan sampah yang tinggi disuatu kota. Sebagian besar sampah perkotaan di Indonesia merupakan sampah organik. Komponen organik sampah perkotaan diantaranya sampah buah dan sayur yang dihasilkan dalam jumlah yang besar di pasar dan dapat menjadi gangguan karena kandungan organik yang tinggi jika tidak dilakukan suatu pengolahan (Bouallagui et al, 2005).

Salah satu teknologi pengolahan yang dapat dilakukan yaitu pengolahan anaerob dengan menggunakan biodigester dengan produk akhir berupa biogas. Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya; kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah biodegradable atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida (Nadya,2013). Keuntungan yang didapat dari proses anaerob yaitu energi yang dibutuhkan sedikit, menghasilkan lumpur yang lebih sedikit sehingga dapat mengurangi biaya pengolahan lumpur, membutuhkan nutrien yang sedikit, menghasilkan gas metan yang dapat dijadikan sumber energi (Friends of The Eart,2008).

Keuntungan yang didapat dari proses pengolahan anaerob, maka dilakukan suatu penelitian dengan memanfaatkan sampah organik pasar sebagai bahan baku biodigester dengan variasi penambahan air dan starter kotoran sapi. Pemilihan sampah organik dipilih karena memanfaatkan komposisi sampah organik yang tinggi di pasar, selain itu juga sampah organik mudah membusuk sehingga dapat menghasilkan gas metan sebagai produk akhir yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dan mengurangi kandungan organik sampah yang akan dibuang ke TPA, karena kandungan organik yang tinggi dapat menjadi polutan bagi lingkungan. Kotoran sapi digunakan untuk pemacu bakteri sehingga dapat mempercepat proses anaerob ini, sedangkan penambahan air dapat menyebabkan bakteri mudah untuk beraktivitas sehingga proses pembentukan gas metan dalam proses anaerob berlangsung dengan lancar (Triyatno, 2010).

Penambahan air dalam proses anaerob dapat mengurangi konsentrasi organik dan menghomogenkan substrat, sehingga proses pendegradasian kandungan organik tersebut akan lebih mudah terdegradasi oleh bakteri. Dengan demikian proses pembentukan gas metan akan lebih cepat terbentuk. Hal ini di dukung oleh penelitian Cahyani dan Susanto, 2008 yang menyatakan bahwa dengan adanya penambahan air maka akan mengurangi konsentrasi organik di dalam biowaste. Selain itu juga dalam penelitian Liberty, 2008 menyatakan bahwa dengan rasio biowate dengan air 1:1 memiliki kondisi yang optimal dalam proses anaerob dalam menghasilkan rasio C:N:P yang optimal. Variasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dua variasi dan kontrol. Kontrol yaitu sampah organik pasar dan kotoran sapi dengan rasio 1:1, variasi 1 (rasio sampah organik : air : kotoran sapi yaitu 1 : 1 : 2) dan variasi 2 (rasio sampah organik pasar : air : kotoran sapi yaitu 1 : 0,5 : 2).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh air pada proses anaerob dan mengetahui variasi yang paling baik dilihat berdasarkan karakteristik awal variasi dan parameter temperatur dan pH.

2. METODOLOGI

Sumber Sampah

Sampah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari sampah organik Pasar Induk Gedebage Kota Bandung, dimana tempat pengambilan sampah organik yaitu di Stasiun Peralihan Antara (SPA). Tempat pengambilan sampel dilakukan di SPA dikarenakan tempat ini merupakan tempat pengumpulan sampah yang dihasilkan dari seluruh pedagang di Pasar Induk Gedebage, sehingga sampel yang diambil dapat mewakili sampah organik di Pasar Gedebage. Sampling dilakukan dengan metode grab sampling. Grab sampling merupakan sampel yang diambil langsung pada lokasi tertentu dalam waktu sesaat. Pengambilan sampel dilakukan 2 kali pada pagi hari menggunakan dua buah trash bag dengan berat sampah 25 kg.

Perlakuan Terhadap Substrat yang Digunakan

Tahap pertama perlakuan substrat adalah memisahkan secara manual sampah an-organik yang terbawa selama sampling, sehingga didapat sampah organik pasar yang akan digunakan dalam penelitian. Selanjutnya sampah organik ini dicampur hingga homogen dan dilakukan pengukuran berat sampah dengan alat ukur timbangan besot, volume sampah dengan alat box sampling yang diukur tinggi sampah setiap sisinya. Pengukuran berat dan volume sampah dilakukan untuk mendapatkan data densitas yang digunakan untuk penentuan jumlah sampah dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Densitas} = (\text{Berat sampah (kg)})/(\text{Volume sampah (liter)})$$

Sampah organik pasar tersebut kemudian dicacah, proses pencacahan ini dimaksudkan untuk memperbesar luas permukaannya yang menyebabkan proses degradasi senyawa organik dan pembentukan metan dapat berlangsung lebih cepat (DeWalle et al. 1978 dan Buivid et al. 1981). Lalu sampah ini dicampurkan dengan air sumur yang terdapat di Pasar Induk Gedebage Kota Bandung.

Pengukuran Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku dalam penelitian ini yaitu sampah organik pasar, air dan kotoran sapi yang akan diukur karakteristik awalnya dengan parameter kadar air, C-Organik, Nitrogen Total Kjeldahl (NTK), fosfat dan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Proses Pencampuran Substrat dalam *Biodigester*

Substrat merupakan campuran bahan baku yang akan digunakan yaitu sampah organik pasar, air dan kotoran sapi. Proses pencampuran yaitu mencampurkan semua bahan baku dengan rasio tertentu. Dalam penelitian ini dilakukan dua variasi dan control. Kontrol yaitu sampah organik pasar dan kotoran sapi dengan rasio 1:1, variasi 1 (rasio sampah organik : air : kotoran sapi yaitu 1 : 1 : 2) dan variasi 2 (rasio sampah organik pasar : air : kotoran sapi yaitu 1 : 0,5 : 2).

Karakteristik Substrat dalam *Biodigester*

Karakteristik substrat pada biodigester perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi awal substrat sebelum didegradasi secara biologi dalam reaktor batch anaerob. Parameter yang diukur yaitu kadar air, C-Organik, Nitrogen Total Kjeldahl (NTK), fosfat dan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Reaktor *Bacth Anaerob*

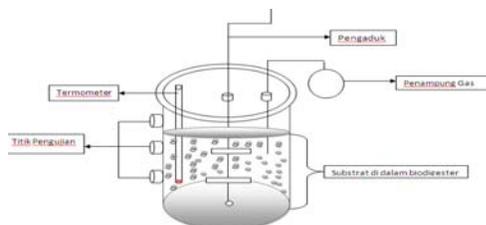
Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor batch anaerob berbentuk tabung dengan bahan fiber glass dan volume operasional 5 liter. Reaktor memiliki diameter 17,5 cm, tinggi 35 cm yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada penutup reaktor terdapat :

1. Termometer yang berfungsi untuk mengukur suhu didalam reaktor

Karakteristik Sampah Pasar Sebagai Bahan Baku *Biodigester*

2. Pengaduk yang berfungsi untuk mengaduk substrat agar homogen. Dalam penelitian ini dilakukan 60 kali pengadukan bertujuan untuk mengaduk substrat dalam reaktor sehingga terjadi homogenitas dan terjadi sirkulasi gas dalam reaktor..
3. Penampung gas berupa plastik *High Density Poly Etilene* (HDPE) tahan panas dan dilapisi selang silikon berdiameter 0,5 cm untuk mengalirkan gas ke tempat penampungan gas
4. Titik pengambilan sampel terdapat 4 titik dimana tiga titik terdapat disamping reaktor dengan dilapisi selang silikon berdiameter 0,5 cm

Substrat yang akan dimasukkan ke dalam reaktor terlebih dahulu dilakukan pemilihan, pencacahan dan pencampuran. Setelah semua bahan baku yaitu sampah organik pasar, air dan kotoran sapi dicampurkan dengan rasio yang telah ditetapkan langsung di masukan ke dalam reaktor *bacth*, dimana reaktor dioperasikan secara bersamaan.



Gambar 1. Skema Reaktor

3. ISI

Karakteristik Awal Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampah organik dan air sumur yang berasal dari Pasar Induk Gedebage Kota Bandung serta kotoran sapi yang berasal dari rumah potong hewan Margacinta. Berikut karakteristik awal bahan baku yang terdapat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Sampah Organik Pasar dan Kotoran Sapi

No	Parameter	Hasil Pengukuran Karakteristik	
		Sampah Organik Pasar	Kotoran Sapi
1	Kadar Air	90,30%	84,75 %
2	Karbon Organik	11,21%	10,14 %
3	Nitrogen Total Kjeldahl	0,17%	0,13 %
4	Fosfat	0,004%	0,02 %
5	C:N	66	78
6	C:P	2.803	507
7	N:P	43	6,5

Sumber : Pengukuran, 2014

Karakteristik Air

Air yang digunakan dalam penelitian bersumber dari sumur berasal dari Pasar Induk Gedebage. Parameter yang diukur yaitu *Chemical Oxygen Demand* (COD), Total Nitrogen Kjeldahl (NTK), dan fosfat. Berikut hasil pengukuran karakteristik air dalam Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Air

No.	Parameter	Hasil	Satuan
1	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	15,57	mg/l
2	Nitrogen Total Kjeldahl (NTK)	1,12	mg/l
3	Fosfat	0,03	mg/l
4	C:N	14	

5	C:P	519
6	N:P	37

Sumber : Hasil Pengukuran, 2014

Penambahan air di dalam substrat bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan air dalam proses anaerob. Selain itu juga penambahan air bermaksud untuk menurunkan kandungan organik di dalam substrat. Kandungan air penting untuk proses fermentasi, karena digunakan sebagai pelarut nutrisi bagi mikroorganisme sebelum diasimilasi (Froster and Wase, 1989 dalam Lay et al, 1997).

Karakteristik Substrat pada *Biodigester*

Karakteristik substrat perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi awal substrat sebelum didegradasi secara biologis dalam reaktor *batch* anaerob. Hasil pengukuran karakteristik substrat pada *biodigester* ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Substrat pada *Biodigester*

No	Parameter	Kontrol	Variasi 1	Variasi 2
1	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	54.794,39 mg/l	47.980,8 mg/l	55.977,6 mg/l
2	Nitrogen Total Kjeldahl	1.334,1 mg/l	784 mg/l	679 mg/l
3	Fosfat	10,05 mg/l	159 mg/l	66.3 mg/l
4	pH	8,33	7,84	7,82
5	C:N	41,07	61,2	82,44
6	C:P	5.451,09	301,77	844,31
7	N:P	132,72	5	10,24

Sumber : Hasil Pengukuran, 2014

Berdasarkan Tchobanoglous., 2003 dalam Liberty, 2008 rasio C:N:P untuk proses anaerob yaitu 250:5:1 serta menurut Fry, 1974 rentang pH untuk proses anaerob yaitu 7-8,5.

Karakteristik awal substrat pada *biodigester* dalam ketiga reaktor menunjukkan rentang pH 7,82-8,33. Berdasarkan Fry, 1974 pH untuk proses anaerob berada pada rentang 7-8,5, berarti karakteristik awal dari reaktor kontrol dan reaktor kedua variasi telah memenuhi kondisi pH untuk proses anaerob.

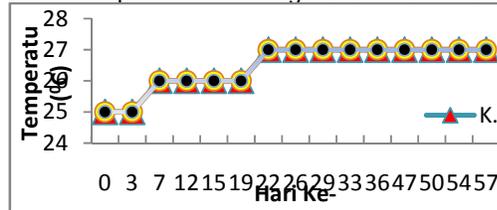
Pada ketiga reaktor rasio C:N, C:P dan N:P tidak memenuhi untuk proses anaerob hal ini dikarenakan kandungan fosfat dan nitrogen ketiga reaktor yang rendah sehingga berpengaruh terhadap rasio yang dihasilkan. Jika dilihat rasio C:N, C:P dan N:P yang mendekati untuk proses anaerob yaitu terdapat dalam reaktor variasi 1 yaitu 61,2, 301,77 dan 5. Berdasarkan Hartono, 2009 bahwa dengan adanya penambahan kotoran sapi dapat meningkatkan rasio C/N dalam proses anaerob, serta penambahan air dibutuhkan untuk proses fermentasi, karena digunakan sebagai pelarut nutrisi bagi mikroorganisme sebelum diasimilasi.

Proses Anaerob pada *Biodigester*

Temperatur

Temperatur merupakan parameter lingkungan yang penting bagi proses degradasi secara anaerob. Proses degradasi secara anaerob akan menghasilkan panas dari terdekomposisinya senyawa-senyawa organik. Proses anaerob dapat berlangsung pada rentang temperatur mesofilik (25-40°C) dan rentang termofilik (55-60°C). Pada temperatur rendah (0-7°C) mikroorganisme yang dominan adalah mikroorganisme psikrofilik (Buekens, 2005). Di luar rentang temperatur 25°C-60°C tersebut, degradasi materi organik dapat berlangsung, namun produksi gas metan tidaklah optimum. Temperatur di dalam reaktor dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme yang tumbuh didalamnya dan juga temperatur ruangan di sekitarnya. Berikut grafik pengukuran temperatur ketiga reaktor.

Karakteristik Sampah Pasar Sebagai Bahan Baku *Biodigester*

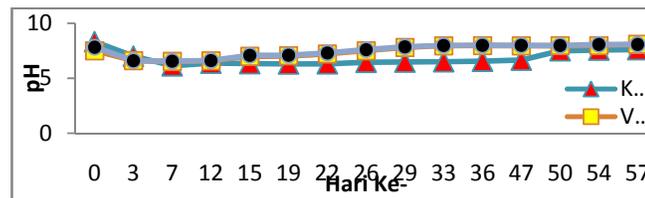


Gambar 2. Temperatur Pada Ketiga Reaktor

Berdasarkan Gambar 2 pada ketiga reaktor memiliki nilai temperatur yang sama. Pada awal pengoperasian temperatur reaktor kontrol dan reaktor kedua variasi berada pada 25°C kemudian pada hari ke-7 meningkat 1°C menjadi 26°C dan meningkat kembali pada hari ke-22 menjadi 27°C. Temperatur ketiga reaktor berada pada rentang 25°C-27°C, kenaikan temperatur dikarenakan proses dekomposisi senyawa organik telah berlangsung sehingga menimbulkan panas. Panas yang terjadi di dalam ketiga reaktor dipengaruhi juga oleh metabolisme bakteri, dimana pada metabolisme bakteri tersebut terjadi rangkaian reaksi biokimia yang dikatalisis oleh enzim. Temperatur yang berada pada rentang 25°C-27°C, maka dapat dikatakan ketiga reaktor tersebut berada pada kondisi mesofilik (25-40°C). Pada kondisi mesofilik ini bakteri yang tumbuh dan berkembang yaitu bakteri mesofilik. Bakteri mesofilik ini memiliki kestabilan yaitu dapat bertahan pada perubahan temperatur lingkungan sehingga membuat kondisi ini sering digunakan dalam proses anaerob.

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) pada lingkungan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dalam mendegradasi organik secara anaerob. Bakteri akan bekerja aktif pada rentang pH yang spesifik dan menunjukkan aktivitas maksimum pada pH optimum (Tchobanoglous, 1993). pH optimum yang dibutuhkan bakteri asetogenik dalam tahap asetogenesis adalah 5 sampai 6.5 (Malina dan Poland, 1993). Sedangkan pH optimum untuk bakteri metanogen dalam tahap metanogenesis yaitu di atas 6,5 (Malina dan Poland, 1993). Berikut grafik nilai pH pada ketiga reaktor.



Gambar 3. Nilai pH Pada Ketiga Reaktor

Berdasarkan Gambar 3 diatas kecenderungan nilai pH pada awal pengoperasian menurun dan setelahnya naik. Dapat dilihat bahwa pada reaktor kontrol memiliki rentang pH 8,33-7,6, reaktor variasi 1 memiliki rentang pH 7,5-8,09 dan reaktor variasi 2 memiliki rentang pH 7,82-8,07.

Kondisi pH pada reaktor kontrol berdasarkan Gambar 3 terus menerus menurun dari awal pengoperasian sampai hari ke-29 dengan rentang 8,33-6,47. Menurunnya nilai pH pada reaktor kontrol ini menandakan bahwa pada reaktor kontrol berada dalam tahap asetogenesis ditunjukkan oleh nilai pH berada pada rentang 5-6,5 (Malina dan Poland,1993). Namun pada hari ke-33 sampai hari ke-57 nilai pH pada reaktor kontrol terjadi peningkatan dengan rentang pH 6,5-7,6 hal ini menandakan bahwa pada hari ke-33 sampai hari ke-57 pada reaktor kontrol telah memasuki tahap metanogenesis dengan nilai pH diatas 6,5 (Malina dan Pohland, 1993).

Pada reaktor variasi 1 dan reaktor variasi 2 di awal pengoperasian sampai hari ke-7 mengalami penurunan nilai pH dengan rentang pH 7,5-6,4 untuk reaktor variasi 1 dan reaktor variasi 2 memiliki rentang pH 7,82-6,45. Penurunan nilai pH menandakan bahwa pada reaktor variasi 1 dan

Karakteristik Sampah Pasar Sebagai Bahan Baku *Biodigester*

reaktor variasi 2 masih berada pada tahap asetogenesis. Namun pada hari ke-12 sampai hari ke-57 nilai pH mengalami peningkatan dengan rentang pH pada reaktor variasi 1 sebesar 6,59-8,09 dan reaktor variasi 2 sebesar 6,6-8,07. Peningkatan nilai pH ini menandakan bahwa tahap asetogenesis telah berakhir dan telah memasuki tahap metanogenesis ditunjukkan dengan nilai pH diatas 6,5 (Malina dan Pohland, 1993).

Variasi 1 lebih cepat mencapai pH netral pada hari ke-15 sebesar 7, di dukung oleh karakteristik substrat pada variasi 1 yang mendekati untuk proses anaerob berdasarkan rasio C:N, C:P dan N:P. Dimana kondisi pH yang netral menandakan bahwa proses anaerob berlangsung dengan baik.

Kadar air mempengaruhi proses dekomposisi secara biologis, terutama dalam hal pencampuran (mixing), ketersediaan nutrisi dan menjaga agar temperatur konstan. Air penting untuk proses fermentasi metan karena digunakan sebagai pelarut nutrisi bagi mikroorganisme sebelum diasimilasi (Froster and Wase, 1989 dikutip oleh Lay et al, 1997).

Dari hasil pengukuran kadar air didapat bahwa sampah organik memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan kadar air kotoran sapi yaitu berturut-turut 90,3% dan 84,75%. Nilai kadar air pada sampah organik tinggi dikarenakan komposisi dari sampah sebagian besar berupa sayuran dan buah-buahan yang membuat kadar air semakin tinggi.

C-Organik

Pengujian parameter ini untuk mengetahui seberapa besar kandungan karbon organik yang terkandung dalam sampel padat seperti sampah organik dan kotoran hewan. Dari hasil pengukuran didapat bahwa kandungan karbon organik sampah organik lebih besar dibandingkan karbon organik kotoran sapi yaitu 11,208 % dan 10,142 %. Hal ini dikarenakan pada sampah organik didominasi oleh kandungan organik yang terkandung dalam sampah sayuran dan buah-buahan sedangkan kotoran sapi hanya berasal dari rerumputan yang di makan oleh hewan sapi tersebut. Sedangkan kandungan organik dalam air sebesar 15,57 mg/l.

Total Nitrogen

Hasil pengukuran total nitrogen pada sampah organik dan kotoran sapi didapat kandungan total nitrogen dalam sampah organik dan kotoran sapi rendah yaitu 0,168 % dan 0,126 %. Hal ini dikarenakan kandungan protein yang terdapat dalam sampah organik berupa sayuran dan buah-buahan maupun kotoran sapi rendah. Jika komposisi sampah organik ada seperti daging-dagingan tidak hanya sayuran dan buah-buahan saja dimungkinkan akan menambah nilai nitrogen yang terkandung dalam sampah organik tersebut. Kandungan total nitrogen dalam air kran di Pasar Gedebage Kota Bandung sebesar 1,12 mg/l adanya nitrogen dalam air kran di Pasar Gedebage ini disebabkan adanya limbah hewan yang masuk ke dalam sumur karena keberadaan sumur yang menjadi sumber dari air kran di Pasar Gedebage Kota Bandung terbuka sehingga dengan mudah masuk limbah hewan masuk ke dalam sumur tersebut selain itu juga jarak sumur dengan toilet umum kurang dari 10 meter sehingga dimungkinkan adanya rembesan dari *septic tank*.

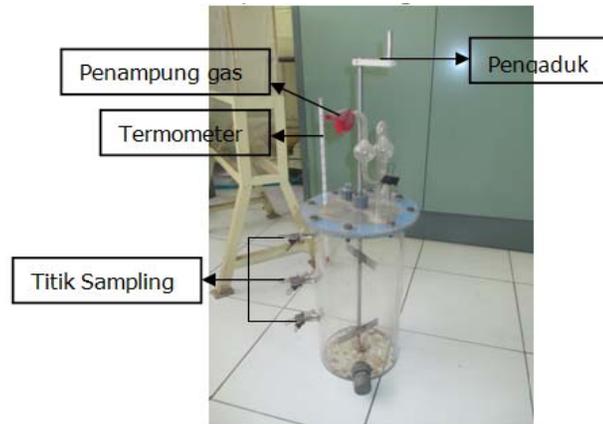
Total Phosphat

Hasil pengukuran total fosfat pada sampah organik, kotoran sapi dan air kran di Pasar Gedebage Kota Bandung memiliki kandungan yang rendah yaitu $3,66 \times 10^{-3}$ %, 0,021 % dan 0,03 mg/l. Rendahnya kandungan phosphate ini disebabkan karena dari komposisi sampah organik hanya sayuran dan buah-buahan yang hanya memiliki kandungan phosphate yang rendah tidak ada tulang yang menjadi salah satu sumber utama adanya kandungan phosphate.

Karakteristik Awal Variasi Biodigester

Dalam penelitian sumber sampah organik berasal dari Pasar Induk Gedebage Kota Bandung tempat pengambilan sampel yaitu di stasiun peralihan antara (SPA). Sampah organik yang akan

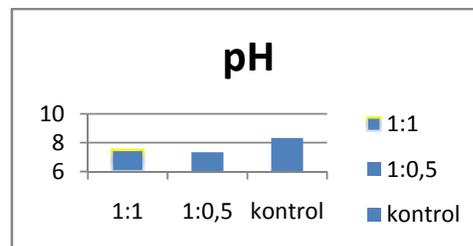
Karakteristik Sampah Pasar Sebagai Bahan Baku *Biodigester* digunakan kemudian diblender dan dicampur dengan air kran dari Pasar Induk Gedebage Kota Bandung, sehingga menghasilkan bahan baku dalam fasa *slurry*. Dalam percobaan kali ini terdapat dua variasi biodigester yaitu variasi sampah organik : air kran (1:1) dan sampah organik : air kran (1:0,5) serta kontrol (sampah organik : kotoran sapi). Parameter yang diukur dalam karakteristik awal variasi biodigester yaitu pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), Nitrogen Total Kjeldahl (NTK) dan phosphate.



Gambar 3. Reaktor Biodigester

Parameter pH

pH merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dalam degradasi organik secara anaerob. Bakteri akan bekerja aktif pada rentang pH yang spesifik dan menunjukkan aktivitas maksimum pada pH optimum (Tchobanoglous,1993). Nilai pH yang dibutuhkan dalam proses pengolahan anaerob yaitu 7-8,5.

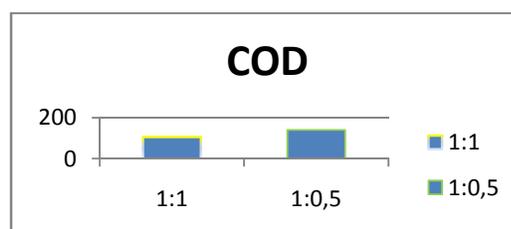


Gambar 4. pH pada kondisi bahan baku setelah dicampurkan

Berdasarkan gambar 3 terlihat bahwa ketiga variasi memiliki nilai pH yang pada rentang 7,5-8,33 yang memenuhi kondisi pH ideal dalam proses pengolahan anaerob yaitu 7-8,5.

Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Sampah organik mengandung materi karbon. Di dalam proses anaerob, karbon di dalam limbah akan terdekomposisi dalam materi terlarut yang diukur sebagai COD (*Chemical Oxygen Demand*). Parameter tersebut menunjukkan oksigen total yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik di dalam limbah. Konsentrasi COD menunjukkan bahwa substansi organik tersisih.



Berdasarkan gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa nilai kandungan organik tertinggi pada variasi 1:0,5 dibandingkan dengan variasi 1:1 hal ini dikarenakan bahan organik yaitu sampah organik dan kotoran sapi sebagai pemicu bakteri metan dalam variasi 1:0,5 lebih banyak dibandingkan pada variasi 1:1.

Parameter Total Nitrogen

Parameter total nitrogen penting karena untuk pertumbuhan organisme dan digunakan oleh mikroorganisme untuk membentuk struktur sel. Proses anaerobik akan optimal bila diberikan bahan makanan yang mengandung karbon dan nitrogen secara bersamaan.

Tabel 3. Nilai Total Nitrogen pada Rasio Sampah Organik dengan Air Kran

Rasio Sampah Organik dengan Air Kran	Total Nitrogen (mg/L)
1:1	7,84
1:0,5	6,72

Sumber : Perhitungan 2014

Berdasarkan gambar 5 total nitrogen pada variasi biodigester 1:1 lebih besar dibandingkan variasi biodigester 1:0,5 yaitu berturut-turut 7,84 mg/l dan 6,72 mg/L.

Parameter Phosphat

Phosphate merupakan salah satu nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan.

Tabel 4. Nilai Phosphat Variasi Biodigester

Rasio Sampah Organik dengan Air Kran	Phosphat (mg/L)
1:1	159
1:0,5	66.3

Sumber : Perhitungan, 2014

Berdasarkan tabel 5 nilai phosphate pada variasi 1:1 lebih tinggi dibandingkan dengan variasi 1:0,5. Jika berdasarkan Jennet dan Dennis (1975) bahwa rasio phosphate dalam pengolahan anaerob minimal yaitu 1, sehingga kedua variasi ini telah memenuhi kondisi ideal rasio phosphate.

Hasil Penelitian

Temperatur

Temperatur adalah parameter proses yang memegang peranan sangat penting bagi proses degradasi secara anaerob. Proses degradasi secara anaerob akan menghasilkan panas dari terdekomposisinya senyawa-senyawa organik. Proses anaerob dapat berlangsung pada rentang

Karakteristik Sampah Pasar Sebagai Bahan Baku *Biodigester* mesofilik (25°C-40°C) dan rentang termofilik (55°C-60°C). Pada temperature rendah, kurang dari 4°C, mikroorganismenya yang dominan adalah mikroorganismenya psikrofilik. Di luar rentang tersebut, degradasi materi organik dapat berlangsung, namun produksi gas metan tidaklah optimum.

Temperatur dalam proses dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganismenya yang tumbuh didalamnya dan juga temperature ruangan sekitar. Bakteri anaerob dapat bertahan dari suhu beku sampai 70°C, namun bekerja optimum pada suhu mesofilik (25°C-40°C dengan suhu optimum 35°C) atau suhu termofilik (50°C-65°C dengan suhu optimum < 55°C) (Buekens,2005).

Tabel 5. Temperatur Variasi Biodigester

Hari Ke-	Temperatur (°C)	
	1:1	1:0,5
0	25	25
3	25	25
7	26	26

Sumber : Perhitungan, 2014

Berdasarkan tabel 7 diatas dapat dilihat bahwa temperatur kedua variasi masih berada di rentang 25°C-40°C yaitu kondisi optimum bakteri mesofilik pada proses anaerob. Bakteri mesophilic adalah bakteri yang mudah dipertahankan pada kondisi buffer yang mantap (*well buffered*) dan dapat tetap aktif pada perubahan temperatur yang kecil, khususnya bila perubahan berjalan perlahan (Fry,1974).

pH

pH merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganismenya dalam degradasi organik secara anaerob. Bakteri akan bekerja aktif pada rentang pH yang spesifik dan menunjukkan aktivitas maksimum pada pH optimum (Thchobanoglous, 1993). pH optimum yang dibutuhkan bakteri asidogenesis yaitu 5 sampai 6,5 sedangkan pH optimum untuk bakteri metanogenesis yaitu diatas 6,5. (Malina and Poland,1992).

Tabel 6. pH variasi Biodigester

Hari Ke-	pH	
	1:1	1:0,5
0	7,50	7,33
3	6,60	6,59
7	6.53	6.60

Sumber : Pengukuran, 2014

Dari tabel 8 di atas dapat dilihat bahwa kedua variasi mengalami penurunan nilai pH hal ini karena memang dalam proses anaerobik akan mengalami penurunan nilai pH pada awal-awal proses sebab bakteri yang ada di dalam telah berkembang khususnya bakteri asidogenesis. Keadaan pH tidak boleh terus menerus turun karena nanti bakteri yang berpengaruh dalam proses pengolahan akan mati oleh sebab itu untuk awal proses ketika pH mengalami penurunan harus di kontrol

Karakteristik Sampah Pasar Sebagai Bahan Baku *Biodigester* dengan menambahkan NaOH 50% dan buffer fosfat untuk menaikkan pH agar pH kedua variasi tidak terus menerus menurun.

COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand merupakan parameter yang menunjukkan jumlah oksigen total yang dibutuhkan untuk mengoksidasi materi organik. Dalam kondisi anaerobic, sejumlah materi organik yang dapat didegradasi biasanya lebih besar dibandingkan konsentrasi BOD (Malina & Pohland, 1992). Hal ini menyebabkan COD lebih banyak digunakan untuk mengkarakteristik banyaknya materi organik dalam suatu sampel.

Tabel 7. COD Variasi Biodigester

Hari Ke-	COD (mg/L)	
	1:1	1:0,5
0	106,07	140,6
3	126	565
7	488	467

Sumber : Pengukuran, 2014

Pada tabel 9 terlihat bahwa kandungan organik pada awal proses masih berfluktuasi ketika nilai COD tinggi menandakan bahwa mikroorganisme mati karena jenuh dengan kandungan organik yang terlalu tinggi dalam substrat sehingga zat organik tidak terurai, sedangkan ketika nilai COD turun menandakan mikroorganisme telah hidup dan mulai mendegradasi zat organik dalam substrat.

4. KESIMPULAN

Karakteristik awal pada bahan baku sampah organik memiliki nilai C-organik sebesar 11,208 %, nitrogen total kjeldahl 0,168 % serta phosphate $3,644 \times 10^{-4}$ %. Kotoran sapi memiliki nilai C-organik sebesar 10,142 %, nitrogen total kjeldahl 0,126 % dan phosphate 0,021 %. Air kran di pasar Gedebage memiliki kandungan Chemical Oxygen Demand 15,57 mg/l, total nitrogen kjeldahl 1,12 mg/l dan phosphate 0,03 mg/l.

Karakteristik awal setelah bahan baku dicampur pada rasio sampah organik : air kran (1:1) dan (1:0,5) memiliki nilai COD 106,07 mg/l dan 140,6 mg/l. Total nitrogen pada rasio sampah organik : air kran (1:1) dan (1:0,5) yaitu 7,84 mg/l dan 6,72 mg/l. Phosphat pada rasio sampah organik : air kran (1:1) dan (1:0,5) yaitu 159 mg/l dan 66.3 mg/l.

Temperatur dari kedua variasi memiliki rentang temperature 25^oC-26^oC dan memenuhi temperature yang dibutuhkan dalam proses anaerob, nilai pH kedua variasi yaitu variasi 1:1 dan 1:0,5 terjadi penurunan nilai pH hal ini memang ketika awal-awal proses pH akan mengalami penurunan sehingga untuk mencegah penurunan pH yang terus-menerus maka kondisi pH harus dikontrol dengan NaOH 50% dan buffer fosfat dan nilai COD kedua variasi yaitu variasi 1:1 dan 1:0,5 pada awal proses masih berfluktuasi hal ini menandakan ketika nilai COD tinggi bahwa mikroorganisme mati karena jenuh dengan kandungan organik yang terlalu tinggi dalam substrat sehingga zat organik tidak terurai, sedangkan ketika nilai COD turun menandakan mikroorganisme telah hidup dan mulai mendegradasi zat organik dalam substrat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaru, Kharistya. 2004. *"Rancangan Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethilene Skala Kecil*. Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. [http:// skripsi-biodigester-e1e-99527-kharistya-pdf](http://skripsi-biodigester-e1e-99527-kharistya-pdf). (diakses : 12/02/2014).
- Azzahra, Fatimah. 2013. *"Analisi Kinerja Digester Biogas Sampah Organik"*. Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Kutai Timur.<http://analisi-kinerja-biodigester-biogas-sampah-organik.htm>. (diakses : 10/02/2014)
- Environmental Service Program. 2010. *"Pengolahan Sampah"*. <http://id.scribd.com/doc/21973442/PENGOLAHAN-SAMPAH>. (diakses 10/02/2014)
- Hidayat, Gun Gun Saptari. 2004. *"Kajian Pengelolaan Sampah Pasar Induk dan Alternatif Pengelolaannya*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Bandung.http://jbptitbtl-gdl-s1-2004-gungunsapt-155-2004_ta_-1.pdf. (diakses : 17/02/214).
- Infosanitasi. 2012. *"Pengolahan Sampah"*.<http://www.slideshare.net/infosanitasi/pengolahan-sampah-11776921>. (diakses 14/02/2014)
- Sanghiang.2010. *"Sistem Pengolahan Sampah"*.<http://ekookdamezs.blogspot.com/2012/12/sistem-pengolahan-sampah.html>. (diakses 11/02/2014)
- Sharifani,Shinta, Prayatni Soewondo. *"Degradasi Biowaste Fasa Cair, Slurry, dan Padat dalam Reaktor Batch Anaerob Sebagai Bagian dari Mechanical Biological Treatment"* Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil dan Teknik Lingkungan,ITB Bandung.