

# **PENGARUH PENGENCERAN DAN PENGADUKAN LIMBAH INDUSTRI IKAN NILA TERHADAP PENINGKATAN PRODUKSI BIOGAS DENGAN MENGGUNAKAN RUMEN SAPI SEBAGAI STARTER**

Maulana, M. F, Sudarno<sup>\*)</sup>, Wardhana, I.W<sup>\*)</sup>

\* Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro

## **ABSTRACT**

*Tilapia fish industry solid waste is resulting from the process of weeding, washing, and preparation. Tilapia fish industry solid waste has a high content of organic material. This would give to environmental issues when waste disposed into the environment. Therefore, an alternative processing by converting solid waste into biogas from Tilapia fish industry solid waste with anaerobic process. This research aims to enhancement of biogas production from Tilapia fish industry solid waste by using a rumen as a starter. The treatment was by dilution and stirring intensity in a samples with crushed and without crushed. This research is an experimental-laboratory, where research is done in a scale laboratory. Methods used to research is a batch reactor using in anaerobic fermentation process. The results of this research show that Fish tilapia industry solid waste can generate biogas after rumen fluid with anaerobic processes continuously until 20 days. On the variable of the total volume production results in dilution of wastewater occur at the highest addition of water 150 ml with the treatment without crushed i.e. 816 ml. On the variable total production volume result of stirring biogas high occur in stirring 3 x 150 ml with the dilution of the treatment without crushed i.e. 1057 ml. On these variables was determine the influence measurement of chemical oxygen demand (COD) allowance against the production of biogas produced. The efficiency removal of COD occur at the highest stage without stirring sample A 100 ml a dilution that is 91%. The whole pH measurements on a variable decrease from the initial pH values 7 to pH 5.*

*Key words : Tilapia fish industry solid waste, Biogas, COD, pH, Rumen Fluid*

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan industri ikan nila saat ini menunjukkan peningkatan yang pesat didukung oleh melimpahnya sumberdaya dan pembudidayaan ikan nila di Indonesia. Setiap operasi pengolahan dalam industri ikan nila dapat menghasilkan limbah padatan yang berasal dari proses penyiangan, pencucian dan perapihan. Limbah padat industri ikan nila mengandung bahan organik yang cukup tinggi. Permasalahannya adalah hasil limbah dari

industri ikan dilepaskan secara langsung ke lingkungan sebelum dilakukan pengolahan. Hal ini merupakan salah satu sumber pencemaran dan dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan. Salah satu alternatif untuk menyelesaikan masalah ini dapat dilakukan dengan cara mengkonversi limbah industri ikan menjadi energi biogas.

Salah satu energi alternatif yang saat ini sedang dikembangkan diantaranya energi

yang berasal dari bahan-bahan organik, hal ini dikarenakan senyawa organik tergolong energi yang dapat diperbarui. Keberadaan bahan-bahan organik mudah didapat dan terjamin kontinuitasnya, selain itu yang terpenting bahan-bahan organik tersebut ramah lingkungan. Hal ini yang menjadi faktor utama keberadaan bahan - bahan organik dipertimbangkan sebagai energi masa depan dalam rangka mewujudkan teknologi hijau (*green technology*). Biogas merupakan salah satu produk dari teknologi hijau yang saat ini sedang dikembangkan. Hal ini dikarenakan gas yang dihasilkan dari proses biologis (*anaerobic digester*) mampu menghasilkan gas – gas seperti  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan gas – gas lain. Dalam hal ini tentu saja yang dapat dimanfaatkan yaitu gas metana ( $\text{CH}_4$ ), karena  $\text{CH}_4$  memiliki nilai kalor/panas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Degradasi secara mikrobiologi dari bahan – bahan organik dalam lingkungan anaerob hanya dapat dilakukan oleh mikroorganisme yang mampu memanfaatkan molekul selain oksigen sebagai akseptor hidrogen. Dekomposisi anaerob menghasilkan biogas yang terdiri dari metana (50 – 70 %), karbondioksida (25 – 45 %) dan sejumlah kecil hidrogen, nitrogen, *hydrogen sulfide* (Price dan Chermisnoff, 1981).

Biogas berasal dari bakteri pada proses biodegradasi dari material organik dibawah kondisi anaerobik (tanpa oksigen). Biogas adalah satu campuran gas yang disusun terutama dari metana ( $\text{CH}_4$ ): 55-70 vol. %, karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) : 30-45 vol. %, gas lain : 1-5 vol. % (Deublein et al., 2008). Berbagai upaya untuk menghasilkan biogas dari berbagai materi organik telah diusulkan dan dikembangkan melibatkan beberapa langkah dengan reaksi biokimia yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis (Speece, 1996). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan peningkatan produksi biogas salah satunya dengan menggunakan bahan organik berupa limbah yang dihasilkan dari industri ikan nila.

#### IDENTIFIKASI MASALAH

Permasalahan yang terdapat pada penelitian ini yaitu :

1. Keberadaan senyawa organik dan anorganik di dalam limbah padat industri

ikan nila dapat menimbulkan dampak negatif bagi mahluk hidup dan berpotensi menimbulkan bioakumulasi bila dibuang langsung ke lingkungan.

2. Penerapan sumber teknologi terbarukan (*renewable resource*) dengan mengkonversi limbah organik berupa limbah industri ikan nila menjadi biogas masih jarang digunakan, oleh karenanya dapat dijadikan sebagai dasar pemecahan berbagai masalah lingkungan.

#### TUJUAN PENELITIAN

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Mengetahui potensi produksi biogas yang dihasilkan dari limbah industri ikan nila setelah ditambahkan starter berupa rumen sapi.
2. Menganalisa pengaruh variabel jumlah penambahan air dalam proses produksi biogas dari limbah industri ikan nila.
3. Menganalisa pengaruh variabel pengadukan dalam proses produksi biogas dari limbah industri ikan nila.

#### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental-laboratoris, dimana penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan 24 buah reaktor yang ditempatkan didalam ruangan dengan menggunakan proses fermentasi secara anaerob. Limbah yang digunakan yaitu limbah yang dihasilkan dari proses pencucian ikan nila merah dan hitam meliputi darah, lemak, sisik, jeroan, dan kulit ikan nila

Penelitian ini terbagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan penelitian dan tahap analisa data. Tahap persiapan adalah tahap sebelum dimulainya penelitian yaitu persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Persiapan alat dan bahan ini meliputi persiapan reaktor dan persiapan bahan baku. Setelah alat dan bahan siap dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan penelitian. Tahap pelaksanaan penelitian yaitu tahap dimulainya penelitian. Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian di laboratorium. Parameter yang akan diukur yaitu *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Solid*, *Total Suspended Solid* (TSS), N-Organik, Parameter fisik dan

produksi biogas secara kontinu, sedangkan parameter kontrol yang akan diukur yaitu pH.

Setelah data hasil pengujian di laboratorium diperoleh selanjutnya dilakukan tahap analisis data. Tahap analisis data yaitu tahap yang terdiri dari pengolahan data, analisis data dan pembahasan serta membuat kesimpulan dan saran.

## PEMBAHASAN

### Analisis Bahan Baku

Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui karakteristik limbah padat industri ikan nila. Pada tahap analisis bahan baku ini dilakukan beberapa pengujian parameter sebagai landasan dasar dan data penunjang bagi penelitian utama.

**Tabel 1.**  
**Karakteristik Limbah Ikan Nila**

No.	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1.	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/l	8333
2.	Total Suspended Solid (TSS)	mg/l	580
3.	Total Solid (TS)	mg/l	3552
4.	N-Total	mg/l	4522
5.	pH	-	6,66
6.	Dissolved Oxygen (DO)	ppm	2,92
7.	Total Dissolved Solid (TDS)	ppm	1,79
8.	Salinitas	ppt	1,4
9.	Suhu	°C	26,4

Analisis COD dilakukan untuk mengetahui sifat biodegradabilitas limbah organik. Bila limbah bersifat biodegradable dengan konsentrasi yang cukup tinggi (lebih dari 1000 mg/L), maka dapat dilakukan proses anaerob. Dalam pengukuran didapatkan nilai parameter COD awal 8333 mg/l.

Parameter padatan tersuspensi (TSS) adalah bahan-bahan yang melayang dan tidak larut dalam air. Padatan tersuspensi sangat berhubungan erat dengan tingkat kekeruhan air, semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi, maka air akan semakin keruh (Metcalf & Eddy, 2003). Pada karakteristik limbah didapatkan nilai TSS yang terkandung berjumlah 580 mg/l.

Pada analisis *Total solid* (TS), didapatkan nilai kandungan 3552 mg/l. Jika dilihat dengan cara visualisasi, bahan baku

memiliki warna yang keruh dan memiliki warna putih yang pekat. Adanya padatan dalam air mempengaruhi tingkat kekeruhan air, semakin tinggi muatan padat tersuspensi yang bervariasi dalam ukuran koloid sampai *disperse* kasar maka akan semakin keruh.

Nitrogen-Total (N-Total) yaitu fraksi bahan-bahan organik campuran senyawa kompleks antara lain asam-asam amino, gula amino, dan protein (polimer asam amino). Dalam analisis limbah, N-Total terdiri dari campuran N-organik, N-amonia, nitrat dan nitrit (Sawyer *et al*, 1994).

Pertumbuhan mikroba dalam fermentasi sangat dipengaruhi oleh perubahan pH. Apabila senyawa yang bersifat asam mudah menguap diproduksi dalam laju yang cepat melebihi kebutuhan, maka kondisi fermentasi tidak stabil. Menurut Buren (1979), nilai pH terbaik untuk suatu digester yaitu sekitar 7,0. Bila nilai pH di bawah 6,5 maka aktivitas akan menurun, sedangkan nilai pH dibawah 5,0 Bahan baku limbah industri nila memiliki pH yang cukup baik untuk proses fermentasi dengan nilai 6,66.

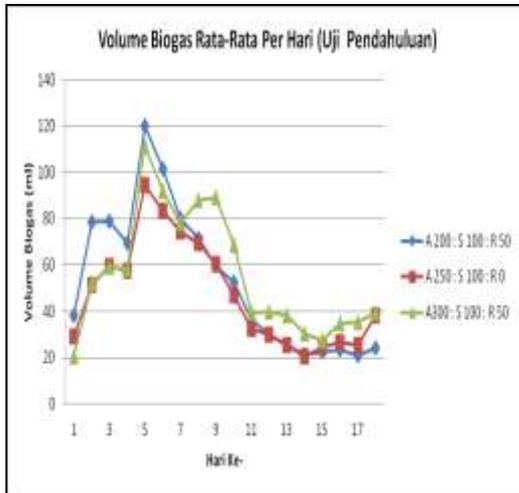
Parameter salinitas perlu diketahui karena kandungan salinitas yang tinggi menyebabkan terjadinya plasmolysis pada mikroorganisme (Kargi dan Dincer, 1996). Menurut Apriani (2012), semakin tinggi kadar salinitas suatu larutan maka makin sedikit bakteri yang tumbuh dan dapat bertahan hidup. Kadar salinitas yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah pada salinitas 1,5 ppt dan salinitas 3 ppt. Pada kadar salinitas 4 ppt, adaptasi mikroorganisme membutuhkan waktu selama tiga hari untuk tumbuh. Pada bahan baku industri ikan nila didapatkan nilai salinitas 1,4 ppt.

### Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan rumen sapi dengan tanpa menggunakan rumen sapi untuk mendapatkan hasil produksi gas yang optimal dan efektif. Pada penelitian ini digunakan rumen 50 ml dengan pengenceran 200 ml dan 300 ml, tanpa rumen dengan pengenceran 250 ml.

Untuk penggunaan rumen 50 ml dan tanpa rumen untuk melihat pengaruh produksi biogas terhadap penambahan bakteri, sedangkan pengenceran 200, 250,

300, 350 ml adalah volume maksimum dalam digester agar terlihat perbedaan yang lebih signifikan.

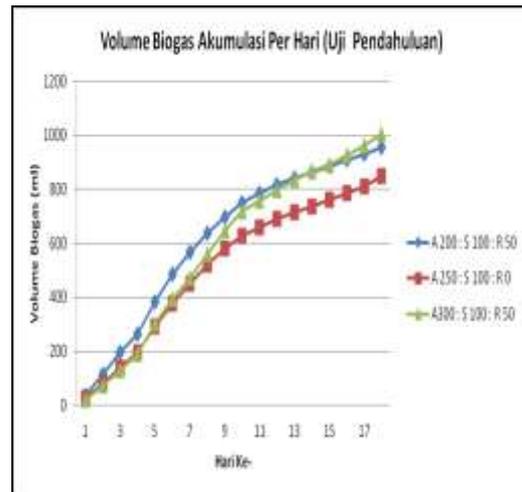


**Gambar 2. Grafik Hasil Rata-Rata Per Hari Volume Biogas Pada Uji Pendahuluan**

Dari data grafik diatas dapat dilihat trend menunjukkan hasil yang berfluktuasi. Peningkatan biogas tertinggi terjadi pada hari ke 5 yaitu pada variable ASR 200:100:50 dengan volume biogas 120 ml. Peningkatan produksi biogas dapat terjadi karena kandungan substrat masih tinggi dan cukup untuk didegradasi. Percampuran jumlah rumen dan air yang baik akan menghasilkan produksi biogas yang baik diawal proses produksi biogas dimana senyawa organik didegradasi dengan bantuan air. Pada variabel ASR 250:100:0 volume biogas yang dihasilkan cukup rendah. Hal ini disebabkan karena pada variabel ini tidak ditambahkan rumen. Seperti yang dikemukakan oleh Saputro (2009) bahwa semakin besar rumen yang berada dalam sistem maka akan meningkatkan produksi biogas.

Nutrisi dianggap sebagai faktor utama yang mempengaruhi mikroorganisme dalam produksi biogas. Seperti proses biologis lainnya, metanogenesis melibatkan mikroorganisme yang mengubah bahan organik menjadi metana, karbon dioksida dan gas-gas lain. Tingkat keseluruhan pemanfaatan bahan organik dan produksi metana tergantung pada sejauh mana kebutuhan nutrisi bakteri metanogen dan bakteri non-metanogen dapat dipenuhi oleh konstituen dari bahan organik dan dengan

metabolis primer atau sekunder yang dihasilkan oleh satu spesies. Nutrisi utama yang diperlukan untuk mikroorganisme dalam produksi biogas termasuk karbon dan nitrogen. Mikroorganisme dalam *anaerobic digestion* biasanya menggunakan karbon sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan nitrogen untuk pembentukan struktur sel.



**Gambar 3. Grafik Hasil Akumulasi Per Hari Volume Biogas Pada Uji Pendahuluan**

Dari gambar 4.3. didapatkan peningkatan volume biogas yang terjadi pada hari ke 3 dan terjadi kenaikan yang tidak signifikan dimulai pada hari ke 10. Jumlah Volume biogas tertinggi terjadi pada ASR 300:100:50 yaitu 1003 ml. Hal ini dapat terjadi dikarenakan penambahan air yang berpengaruh pada tahap pembentukan biogas dimana kandungan glukosa yang ditambahkan air dapat menghasilkan produksi metan ( $CH_4$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ) yang baik. Ditambah penambahan konsentrasi rumen sapi yang mampu memberikan nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme pembentuk metan.

Peningkatan volume biogas terendah dihasilkan dari variabel ARS 250 : 100 : 0, dikarenakan kandungan substrat dan nutrisi untuk pertumbuhan mikroba pembentukan bakteri metan yang didapat hanya dari bahan baku berupa limbah padat industri ikan nila. Rumen mampu memberikan nutrisi kepada mikroorganisme untuk dapat merubah senyawa – senyawa kompleks

menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan cepat.

Pada saat pengukuran awal, pH normal yaitu 7. Pada hari ke 18 pH menurun hingga mencapai pH 5, sehingga biogas yang dihasilkan semakin menurun. Pada waktu awal fermentasi, bakteri pembentuk asam akan menghasilkan asam dengan cepat sehingga dapat menyebabkan penurunan pH secara cepat pula.

### Penelitian Utama

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah industri ikan yang diambil dari PT. Aquafarm Nusantara. Pertimbangan pemilihan bahan baku ini dikarenakan keberadaan yang melimpah dalam bentuk sampah yang tidak dimanfaatkan dan dibuang langsung ditempat pembuangan sampah sementara (TPS).

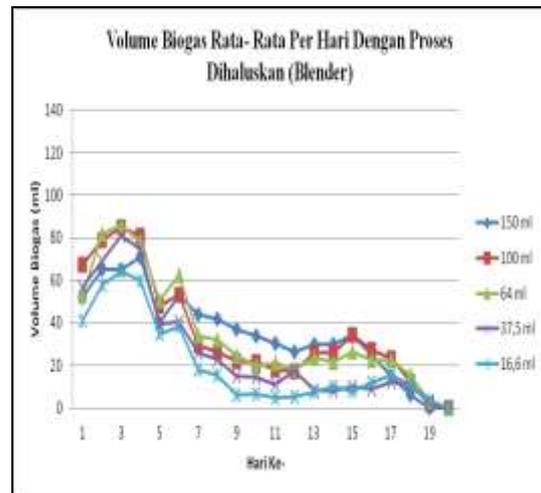
Guna mengoptimalkan produksi biogas pada penelitian ini ditambahkan rumen sapi. Penambahan rumen sapi ini bertujuan untuk menambahkan mikroorganisme dan nutrisi dalam digester. Rumen sapi banyak mengandung bakteri pembentuk asam dan metana dikarenakan di dalam rumen sapi juga terjadi proses anaerob. Hal inilah yang menjadi dasar pemilihan rumen sapi sebagai starter. Bakteri yang terlibat dalam proses anaerobik membutuhkan beberapa elemen penting sesuai dengan kebutuhan hidup organisme seperti sumber makanan dan kondisi lingkungan yang optimum.

### Pengaruh Variabel Pengenceran Terhadap Produksi Biogas

Perbandingan yang dilakukan yaitu 30%, 20%, 12,8%, 7,5%, dan 3,23% dengan volume total digester 500 ml. Pencampuran terbaik antara sampel dengan dengan starter adalah 1 : 0,5.

### Pengaruh Pengenceran Terhadap Produksi Biogas Dengan Metode Dihaluskan

Laju produksi biogas dapat ditingkatkan melalui pemberian *pretreatment* substrat. Bahan dengan ukuran lebih kecil akan lebih cepat terdekomposisi daripada bahan dengan ukuran yang lebih besar (Sulaeman 2007).



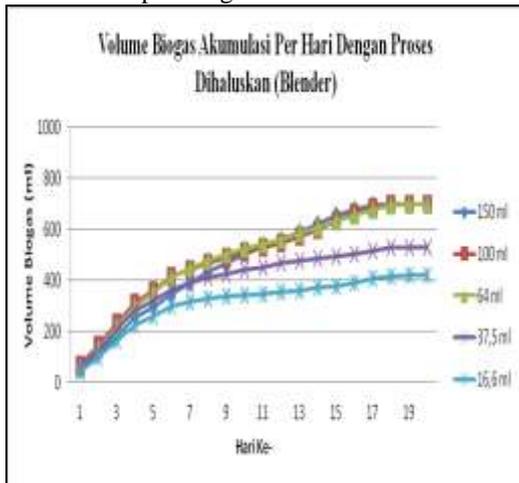
**Gambar 4. Grafik Hasil Rata-Rata Per Hari Volume Biogas Terhadap Pengenceran Pada Bahan Baku Yang Dihaluskan**

Pada gambar 4. didapatkan *trend* pada bahan baku yang dihaluskan mengalami kondisi yang berfluktuatif. Pada kelima variabel pada hari ke 1 sampai dengan hari ke 3 keseluruhan mengalami kenaikan volume biogas. Dapat dilihat rata-rata penurunan volume biogas dapat mencapai 1 – 5 % dari volume tertinggi pada hari ke 3.

Dari gambar 4. dapat dilihat variabel ASR 64 : 100 : 50 memiliki volume biogas tertinggi pada hari ke 3 dengan volume gas sebesar 86 ml. Hal ini dapat terjadi karena pada variabel ini mikroba dalam keadaan baik dan sedang dalam keadaan optimum untuk memproduksi biogas. Akan tetapi pada hari berikutnya variabel ini mengalami penurunan yang cukup drastis dibandingkan dengan variabel lainnya. Penurunan ini dapat disebabkan oleh kurangnya kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri methanogenesis untuk menghasilkan biogas.

Volume biogas terendah terjadi pada variabel ASR 16,6 : 100 : 50 dengan hasil volume gas tertinggi hanya mencapai 65 ml pada hari ke 2. Dan pada hari ke 13 volume produksi biogas yang dihasilkan sama dengan variasi ASR 37,5 : 100 : 50. Hasil ini masih jauh dibandingkan dengan variabel lainnya. Pengaruh penambahan air pada digester memiliki pengaruh penting terhadap peningkatan volume biogas yang dihasilkan. Air dibutuhkan oleh senyawa organik untuk mempercepat proses pendegradasian.

Dengan menambahkan air pada digester, diharapkan senyawa organik dapat mudah larut dan dapat lebih mudah didegradasi oleh bakteri-bakteri pembentuk gas metan. Oleh karenanya semakin sedikit kadar air yang ada pada digester, maka semakin kecil pula volume produksi biogas yang akan dihasilkan pada digester.



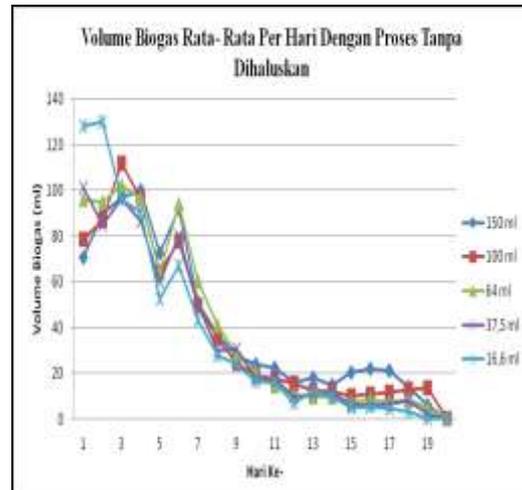
**Gambar 5. Grafik Hasil Akumulasi Per Hari Volume Biogas Terhadap Pengenceran Pada Bahan Baku Yang Dihaluskan**

Dari gambar 5 diatas didapatkan rata-rata peningkatan produksi biogas terjadi pada hari ke-2 sampai dengan hari ke-8 dengan *trend* peningkatan yang cukup signifikan. Kemudian semakin lama volume biogas akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena pada awal fermentasi kandungan nutrisi yang tersedia baik pada bahan baku maupun starter masih mampu digunakan untuk pertumbuhan mikroba untuk mendegradasi senyawa organik menjadi senyawa yang lebih kompleks. Peningkatan tertinggi dihasilkan oleh variabel ASR 150 : 100 : 50 pada hari ke 16 sampai dengan hari ke 20.

Volume biogas tertinggi terjadi pada variabel ASR 150 : 100 : 50 dan ASR 100 : 100 : 50 dengan total volume gas yang dihasilkan sebesar 701 ml. Hal ini berbanding lurus dengan teori yang dikemukakan oleh Rahman (2007) bahwa mikroorganisme pembusuk akan tumbuh subur pada bahan yang memiliki kadar air sekitar 90%. Hal ini menunjukkan bahwa bahan sangat mudah mengalami proses pembusukan atau pendegradasian secara mikrobiologi. Hasil biogas terendah terjadi

pada variabel ASR 16,6 : 100 : 50 dengan volume biogas 421 ml.

### **Pengaruh Pengenceran Terhadap Produksi Biogas Dengan Metode Tanpa Dihaluskan**

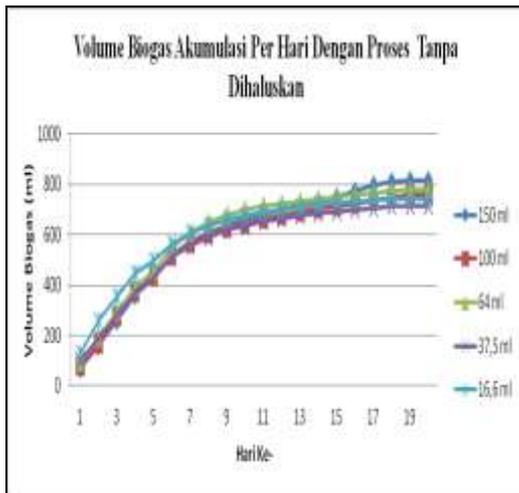


**Gambar 6. Grafik Hasil Rata-Rata Per Hari Volume Biogas Terhadap Pengenceran Pada Bahan Baku Tanpa Dihaluskan**

Dari gambar 6. dapat dilihat pada hari ke 1 sampai dengan hari ke 3 secara keseluruhan *trend* menunjukkan hasil yang berfluktuasi. Perbedaan ini menunjukkan bahwa perbedaan pertumbuhan mikroba yang tidak seragam. Bakteri methanogenesis akan memanfaatkan hasil tahap kedua yaitu asetat, format, karbondioksida, dan hydrogen sebagai substrat untuk menghasilkan metan karbondioksida, sisa-sisa gas seperti H<sub>2</sub>S dan air. Hampir dapat dipastikan bahwa 70% dari metan terbentuk dari asetat dan sisanya terbentuk dari karbondioksida dan hydrogen. Nilai volume produksi biogas puncak berada pada variabel ASR 16,6 : 100 : 50 pada hari pertama dengan volume produksi biogas sebesar 128 ml. Tetapi setelah itu volume biogas yang dihasilkan mengalami penurunan yang tajam. Lain halnya dengan variabel ASR 150 : 100 : 50 yang mengalami hasil produksi biogas hari 1 paling rendah tetapi menghasilkan volume produksi biogas tertinggi. Penurunan dan kenaikan pada variabel ini terlihat lebih baik dibandingkan dengan variabel lainnya.

Hasil pH awal dan akhir didapatkan nilai yang sama dengan metode dihaluskan yaitu

7 dan 5. Hal ini menandakan bahwa pada kondisi pH pada awal pengoperasian mengalami penurunan yang disebabkan oleh adanya proses asidogenesis. Produksi asam yang berlebih di awal proses tersebut mampu menyebabkan penurunan pH menjadi di bawah pH netral (pH=7) secara signifikan.



**Gambar 7. Grafik Hasil Akumulasi Per Hari Volume Biogas Terhadap Pengenceran Pada Bahan Baku Tanpa Dihaluskan**

Hasil pengamatan selama 20 hari fermentasi diperoleh jumlah biogas yang terbentuk pada awal proses fermentasi terbentuk dengan laju yang tinggi dan kemudian semakin lama semakin menurun. Peningkatan produksi biogas dapat dilihat pada hari ke 3 sampai dengan hari ke 10. Peningkatan volume biogas dengan hasil total tertinggi terjadi pada variabel ASR 150 : 100 : 50 dengan volume total akumulasi selama 20 hari sebesar 816 ml. jumlah komposisi variabel kadar air, rumen sapi, dan bahan baku yang tepat akan menghasilkan volume biogas yang optimum. Hasil volume produksi biogas terendah terjadi pada variabel ASR 37,5 : 100 : 50 dengan nilai total akumulasi volume produksi biogas sebesar 716 ml.

#### **Pengaruh Variabel Pengadukan Terhadap Produksi Biogas**

Proses pengadukan ditujukan untuk mendapatkan campuran substrat dan bakteri fermentasi yang homogen dengan ukuran partikel yang kecil. Pengadukan selama proses dekomposisi untuk mencegah

terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan cairan. Disamping itu, pengadukan akan memberikan kondisi temperatur yang seragam untuk proses tersebut. Dalam penelitian ini digunakan pengenceran 100 ml dan 150 ml. Pemilihan pengenceran ini berdasarkan pada penelitian utama pada pengaruh biogas terhadap pengenceran.

#### **Pengaruh Pengadukan Terhadap Produksi Biogas Dengan Metode Dihaluskan**

Pengadukan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengocok digester dengan variabel pengadukan 1x, 2x, dan 3x. hal ini dilakukan untuk mengetahui pengadukan yang memperoleh produksi biogas paling besar.



**Gambar 8. Grafik Hasil Rata-Rata Per Hari Volume Biogas Terhadap Pengenceran Pada Bahan Baku Dihaluskan**

Grafik pada gambar 8 menunjukkan produksi biogas puncak terdapat pada variabel pengadukan 1x dengan ASR 100:50:100. Hal ini terjadi karena scum yang terbentuk pada digester sangat sedikit sehingga produksi biogasnya banyak. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan House (1981) bahwa Pengadukan dapat menjaga agar dalam digester tidak terbentuk padatan yang menumpuk di permukaan kultur dan menutupi pelepasan gas dari larutannya, menghomogenkan suhu dalam digester, menghomogenkan konsentrasi substrat, memperbesar kontak mikroba dengan substrat dan mencegah terjadinya toksik

lokal dalam digester. Untuk hasil produksi biogas paling rendah terdapat pada variabel 3X pengadukan ASR 100:100:50 hal ini disebabkan oleh kurangnya kandungan substrat yang dibutuhkan dikarenakan pada hari pertama volume produksi biogas yang dihasilkan cukup tinggi.

Pada variabel ini dilakukan pengukuran pH per 3 hari. Pada hari pertama nilai pH pada sampel yaitu 7. Hal ini disebabkan karena sampel masih belum mengalami pendegradasian senyawa organik. Pada hari ke 3 pengukuran nilai sampel menjadi 6. Akan tetapi pada pengukuran hari ke-6 nilai pH naik menjadi 7. Hal ini dapat disebabkan oleh pada hari ke-6 dan ke 9 sampel limbah sudah mengalami kondisi semula dimana proses pendegradasian kembali pada tahap hidrolisis.



**Gambar 9. Grafik Hasil Akumulasi Per Hari Volume Biogas Terhadap Pengenceran Pada Bahan Baku Dihaluskan**

pada awal proses fermentasi terbentuk dengan laju yang tinggi dan kemudian semakin lama semakin menurun. Hal ini disebabkan karena pada awal fermentasi tersedia lebih banyak bahan organik yang mudah terdegradasi. Produksi biogas paling tinggi terdapat pada variable tanpa pengadukan ASR 100 : 100 : 50 hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik walaupun tanpa dilakukan pengadukan, hal ini dikarenakan lapisan yang dapat menutupi keluarnya biogas telah terhomogenkan dengan sempurna. Sedangkan pada variabel 3X pengadukan ASR 100 : 100 : 50 mempunyai kandungan biogas yang lebih kecil. Hal ini

dapat disebabkan karena komposisi substrat rata – rata produk yang terdekomposisi bisa juga membatasi proses degradasi. Degradasi lemak bisa meningkatkan asam lemak, peningkatan asam lemak dapat membatasi degradasi lebih lanjut.

**Tabel 2. Hasil Analisa Kandungan COD Variasi Pengadukan Pada Metode Dihaluskan**

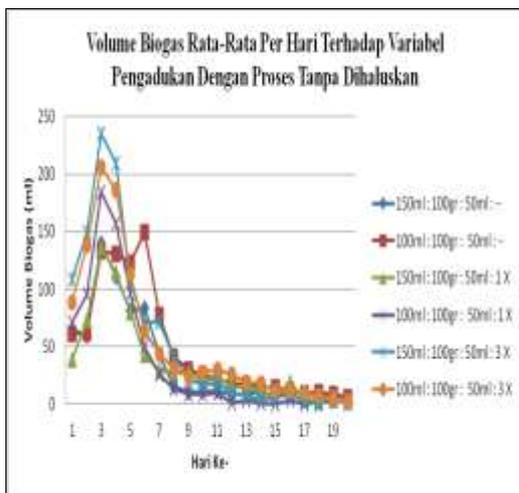
Kode Sampel	Variasi (A : S : R)	COD Awal (mg/l)	COD Akhir (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)
Sampel A (-)	150:100:50	7246	4486	38
Sampel B (-)	150:100:50	7246	3801	48
Sampel A (-)	100:100:50	7575	8185	-8
Sampel B (-)	100:100:50	7575	8253	-9
Sampel A (1X)	150:100:50	7246	3664	49
Sampel B (1X)	150:100:50	7246	4007	45
Sampel A (1X)	100:100:50	7575	2979	61
Sampel B (1X)	100:100:50	7575	7295	4
Sampel A (3X)	150:100:50	7246	2432	66
Sampel B (3X)	150:100:50	7246	1610	78
Sampel A (3X)	100:100:50	7575	1267	83
Sampel B (3X)	100:100:50	7575	5103	33

Pada data cod awal merupakan hasil data yang didapatkan dari konsentrasi COD awal (uji pendahuluan) yang sudah dilakukan penambahan sesuai dengan variasi air yang ditambahkan. Dapat dilihat nilai COD akhir yang dihasilkan mempunyai konsentrasi yang bervariasi. Pada tabel 2 dapat dilihat efisiensi penyisihan COD tertinggi terjadi pada variabel sampel B pengadukan 3X ASR 100 : 100 : 50 sebesar 83 %. Proses pendegradasian COD relatif tidak stabil disebabkan oleh beberapa faktor, pertama pada saat nilai COD turun terjadi proses hidrolisis dan pada saat nilai COD meningkat terjadi penguraian substrat. Peningkatan kandungan COD terjadi pada sampel B tanpa pengadukan ASR 150 : 100 :

50 sebesar -8 % dan sampel B tanpa pengadukan ASR 150 : 100 : 50 sebesar -9 %

Efisiensi penyisihan kandungan COD terendah terjadi pada variabel sampel B pengadukan 1X ASR 100 : 100 : 50 sebesar 4%. Rendahnya nilai efisiensi reduksi COD mungkin dikarenakan kandungan bahan organik yang terlalu tinggi hal ini menunjukkan bahwa limbah dominan mengandung senyawa organik yang bersifat kompleks dengan tingkat pencemaran yang tinggi (Welasih 2008). Semakin besar reduksi COD, berarti bahan organik yang terdegradasi menjadi asam-asam organik juga semakin besar. Asam-asam organik inilah yang kemudian terkonversi menjadi gas metan, maka jika reduksi COD semakin besar maka laju pembentukan gas metana juga semakin besar (Widjaja et al. 2008).

#### Pengaruh Pengadukan Terhadap Produksi Biogas Dengan Metode Tanpa Dihaluskan



**Gambar 10. Grafik Hasil Rata-Rata Per Hari Volume Biogas Terhadap Pengenceran Pada Bahan Baku Tanpa Dihaluskan**

Pada gambar 10. dapat dilihat bahwa pada umumnya kenaikan produksi biogas terjadi pada hari ke 3 dimana terjadi titik puncak produksi biogas. Laju produksi biogas puncak terjadi pada variabel pengadukan ASR 150 : 100 : 50 dengan hasil volume biogas sebesar 235 ml. Barnett et al (1979) menyebutkan bahwa laju reaksi akan mencapai maksimum apabila reaktor biologinya memiliki pengadukan yang baik

dan mikroba dalam kondisi optimum merombak bahan-bahan organik substrat. Apabila viskositas campuran rendah, padatan akan mengendap sehingga dalam skala besar hal ini akan menimbulkan masalah dalam pengoperasian digester anaerobik. Dan volume produksi biogas terendah terjadi pada variabel 1X pengadukan ASR 100 : 100 : 50. Hasil variabel pengadukan dengan proses tanpa penghalusan berbeda jauh dengan variasi pengadukan dengan proses dihaluskan. Dimana variabel pengadukan dengan proses tanpa dihaluskan lebih baik dibandingkan dengan variabel pengadukan dengan proses dihaluskan. Hal ini tidak sesuai dengan yang dikemukakan oleh Sulaeman 2007 dimana laju produksi biogas dapat ditingkatkan melalui pemberian *pretreatment* substrat.

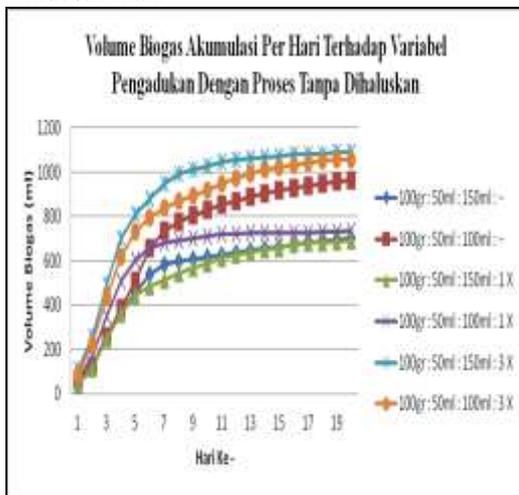
**Tabel 3. Hasil Analisa Kandungan COD Variasi Pengadukan Pada Metode Tanpa Dihaluskan**

Kode Sampel	Variasi (A:S:R)	COD Awal (mg/l)	COD Akhir (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)
Sampel A (-)	150:100:50	7246	2432	66
Sampel B (-)	150:100:50	7246	719	90
Sampel A (-)	100:100:50	7575	6747	11
Sampel B (-)	100:100:50	7575	6747	11
Sampel A (1X)	150:100:50	7246	4486	38
Sampel B (1X)	150:100:50	7246	3185	56
Sampel A (1X)	100:100:50	7575	1610	79
Sampel B (1X)	100:100:50	7575	4349	43
Sampel A (3X)	150:100:50	7246	1267	83
Sampel B (3X)	150:100:50	7246	3459	52
Sampel A (3X)	100:100:50	7575	3870	49
Sampel B (3X)	100:100:50	7575	7363	3

Terlihat pada tabel 3 hasil pengukuran COD akhir yang didapatkan pada variabel pengadukan dengan metode tanpa dihaluskan ini tidak jauh berbeda dengan metode dihaluskan. Pengukuran COD dilakukan untuk mengetahui sifat biodegradabilitas limbah organik. Bila

limbah bersifat biodegradable dengan konsentrasi yang cukup tinggi (lebih dari 1000 mg/l), maka dapat dilakukan proses anaerob. Lamanya waktu penyisihan konsentrasi COD dilakukan selama 20 hari.

Penyisihan COD tertinggi terjadi pada sampel B ASRK 100 : 100 : 50 : tanpa pengadukan dengan jumlah penyisihan konsentrasi COD sebesar 90%. Dapat dilihat penyisihan konsentrasi COD terendah terjadi pada sampel B SRAK 100 : 100 : 50 : 3X dengan jumlah penyisihan konsentrasi COD sebesar 3%. hal ini dapat terjadi karena penurunan beban organik yang menimbulkan penurunan kandungan / senyawa-senyawa organik yang terukur sebagai COD yang ada dalam limbah industri ikan.



**Gambar 11. Grafik Hasil Akumulasi Per Hari Volume Biogas Terhadap Pengenceran Pada Bahan Baku Tanpa Dihaluskan**

Dari hasil pengamatan selama 20 hari fermentasi diperoleh jumlah biogas yang terbentuk pada awal proses fermentasi dengan laju yang tinggi dan kemudian semakin lama semakin menurun. Hal ini disebabkan karena pada awal fermentasi tersedia lebih banyak bahan organik yang mudah terdegradasi. Produksi biogas paling tinggi terdapat pada variabel pengadukan 3x ASR 100 : 100 : 50 hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme mudah mendegradasi senyawa organik yang diaduk, hal ini dikarenakan lapisan yang dapat menutupi keluarnya biogas telah terhomogenkan dengan sempurna. Sedangkan pada variabel 1X pengadukan ASR 100 : 100 : 50 mempunyai kandungan

biogas yang lebih kecil. Pada sampel yang tidak teraduk dapat menghambat keluarnya biogas karena terbentuknya scum pada *digester*. Dan dapat juga disebabkan banyaknya lemak yang dicampurkan ke dalam *digester* yang dapat menahan laju degradasi.

Berdasarkan pada data yang telah didapat, perubahan pH menunjukkan hasil yang berfluktuasi. Pada kondisi pH pada awal pengoperasian mengalami penurunan yang disebabkan oleh cepatnya proses pembentukan asam asetat. Wahyuni (2009) menyebutkan bahwa derajat keasaman (pH) di dalam *digester* merupakan fungsi waktu di dalam *digester* tersebut. Pada tahap awal proses fermentasi, asam organik dalam jumlah besar diproduksi oleh bakteri pembentuk asam, sehingga pH di dalam *digester* bisa mencapai di bawah 5. Kemudian proses pencernaan berlangsung dan nilai pH berangsur normal seiring dengan pembentukan  $NH_4$  hasil dari penguraian nitrogen.

## KESIMPULAN

1. Biogas dapat diproduksi dengan menggunakan bahan baku limbah industri ikan nila dengan melakukan pengolahan secara anaerob pada *digester* berukuran 500 ml selama 20 hari. Pemberian rumen sapi dapat mempercepat proses pendegradasian senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana.
2. Jumlah pengenceran pada setiap variabel memiliki pengaruh pada proses produksi biogas. Hasil volume biogas tertinggi terjadi pada variabel dengan pengenceran 150 ml pada sampel yang dihaluskan dengan total volume biogas 701 ml dan pengenceran 150 ml pada sampel yang tidak dihaluskan dengan total volume biogas 816 ml.
3. Variabel pengadukan berpengaruh terhadap volume biogas yang dihasilkan. Akan tetapi hal itu berbanding terbalik seperti yang terjadi pada variabel tanpa pengadukan dengan penambahan air 150 ml sampel yang dihaluskan dengan total volume produksi biogas 680 ml. Hasil volume biogas tertinggi terjadi pada variabel 3X pengadukan dengan pengenceran 150 ml sampel yang tidak

dihaluskan dengan total volume biogas 1090 ml.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, I. 2012. *Pengaruh suhu dan Salinitas Terhadap Pertumbuhan Bakteri*. <http://itaapriani.blogspot.com/2012/03/engaruh-suhu-dan-salinitas-terhadap.html>. Diakses tanggal 15 September 2012
- Barnett, A, L. Pyle and S. K. Subramanian. 1978. *Biogas Technology in The Third Word : A Multidisciplinary Review*. International Development
- Buren, A. 1979. *A Chinese Biogas Manual*. Intermediate Technology Publication Ltd., London.
- Deublein D dan A Steinhäuser. 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Weinheim : Wiley-VCH Verlag
- House, D, 1981. *Biogas Handbook*. Peace Press. California
- Kargi, F., Dincer, A.R. 1996. *Efect of Salt Concentration on Biological Treatment of Saline Wastewater by Fed- Batch Operation*. *Enzyme and Microbial Technology*, 19, 681-687.
- Metcalf & Eddy. 1993. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*, McGraw-Hill, Inc : New York
- Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse, 4<sup>th</sup> edition*. Mc Graw-Hill, New York.
- Price. E. C and P. N Cheremisinoff. 1981. *Biogas. Production. And Utilization*. Ann Arbor Science Publisher. Inc. Michigan.
- Rahman A.N. 2007. *Pembuatan Biogas Dari Sampah Buah-Buahan Melalui Fermentasi Aerobik dan Anaerobik*. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB, Bogor.
- Saputro, R.R., dan Putri, A.D. 2009. *Pembuatan Limbah Biogas Dari Limbah Peternakan*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.
- Sawyer CN, McCarty PL, Parkin. 1994. *Chemistry for Environmental Engineering*, McGraw-Hill, New York G.F.
- Speece, R.E. 1996. *Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters*. Nashville, TN : Archae Press.
- Sulaeman D. 2007. Pengomposan : Salah Satu Alternatif Pengolahan Sampah Organik Dalam <http://agribisnis.Deptan.go.id/Pustaka/de>. [Diakses 13 Desember 2012].
- Tjatoer Welasih, 2007, "Kajian Lama Pengadukan dan Waktu Pendiamaan pada Pengolahan Minyak Kelapa Murni dengan Metode Pancingan" Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan aplikasi Teknik Kimia. ISSN 1410/5667. ITS. Surabaya.
- Wahyuni. 2009. *Biogas*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Widjaja T, Altway A, Prameswarhi P, dan Wattimena FS. 2008. Pengaruh HRT dan beban COD terhadap pembentukan gas methan pada proses anaerobic digestion menggunakan limbah padat tepung tapioka. Makalah Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono. ISSN 1978-0427, Surabaya.