

## Uji Potensi Produksi Biogas pada Campuran Kiambang (*Salvinia molesta*) dan Limbah Jeroan Ikan Gabus (*Channa striata*) Menggunakan *Batch Anaerobic Digester*

*Biogas Production Potential Test on Salvinia molesta and Channa striata Viscera Waste Mixture Using Batch Anaerobic Digester*

Diaz Liansyah Pratama, Siti Hanggita<sup>\*)</sup>, Agus Supriadi

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir 30662 Sumatera Selatan  
Telp./Fax. (0711) 580934

<sup>\*)</sup>Penulis untuk korespondensi: gitajoezeno@gmail.com

### ABSTRACT

The purpose of this research is to utilize *Salvinia* biomass and snake head fish's viscera waste as substrats for biogas production as a renewable energy sources by different treatment on substrate composition. This research was conducted on December 2014 until February 2015. This research used experimental method in anaerobic batch reactors with Liquid Displacement and Atomic Absorbtion methods using NaCl and NaOH solutions. The results in this research analyzed with descriptive method. The observed parameters were biogas and methane production rate and accumulation, and slurry's parameters such as temperature, pH, BOD, COD, TS, VS, and C/N ratio. Results showed that the difference of substrates composition in reactor A produced the highest biogas and methane accumulation at 7.017 and 3.803 mL/kg slurry with the highest removal per kg slurry at 0.34 g BOD, 9.60 g COD, 47.24 g TS, 21.21 g VS. Whereas in reactor B produced the highest methane percentage at 60.73% and C/N removal at 1.23.

Keywords: Batch anaerobic digester, bio-methane test, *Salvinia*, snake head fish's viscera waste

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini yaitu memanfaatkan biomassa kiambang dan limbah jeroan ikan gabus sebagai substrat penghasil biogas sebagai bahan baku penghasil energi terbarukan dengan perlakuan komposisi substrat yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2014 hingga Februari 2015. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental pada reaktor *batch* anaerob dengan metode *Liquid Displacement* dan *Atomic Absorbtion* menggunakan larutan NaCl dan NaOH. Hasil pada penelitian ini dianalisis menggunakan metode deskriptif. Parameter yang diamati meliputi analisa laju dan akumulasi produksi biogas dan metana, serta parameter pada *slurry* meliputi suhu, pH, *Biochemical Oxygen Demand*, *Chemical Oxygen Demand*, *Total Solid*, *Volatile Solid*, dan rasio C/N. Hasil menunjukkan perbedaan komposisi substrat *slurry* pada reaktor A menghasilkan akumulasi biogas dan metana paling banyak yaitu 7.017 dan 3.803 mL/kg *slurry* dengan nilai *removal* per kg *slurry* tertinggi yaitu 0,34 g BOD, 9,60 g COD, 47,24 g TS, 21,21 g VS. Sedangkan reaktor B menghasilkan persentase metana tertinggi yaitu 60,73% dengan *removal* C/N tertinggi 1,23.

Kata kunci: Digester anaerob *batch*, kiambang, limbah jeroan ikan gabus, uji biogas metana

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang sangat cepat, dengan pertumbuhan bidang industri yang pesat menyebabkan peningkatan permintaan energi dan penurunan kualitas lingkungan. Pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan. Salah satu dari energi terbarukan adalah biogas, biogas

memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya (Winarni *et al.* 2011).

Saat ini, perhatian telah tertuju pada pengembangan sumber energi terbarukan serta masalah pencemaran lingkungan. Tumbuhan akuatik pada khususnya kiambang (*Salvinia molesta*) serta limbah jeroan ikan gabus (*Channa striata*) sebagai sumber limbah padat pada industri perikanan, merupakan salah satu solusi yang layak dipertimbangkan

baik sebagai pencemar lingkungan dan solusi permasalahan sumber energi. Kiambang merupakan salah satu gulma akuatik yang banyak dijumpai pada perairan, seperti di danau dan waduk yang mengalami eutrofikasi. Kiambang merupakan tumbuhan rawa yang ketersediaannya melimpah, khususnya di perairan rawa Sumatera Selatan. Tumbuhan ini tidak memiliki nilai ekonomi tinggi, kecuali sebagai sumber humus (Winarni *et al.* 2011). Sumatera Selatan merupakan provinsi yang mempunyai potensi besar dalam bidang perikanan. Salah satu hasil perikanan tangkap rawa yaitu ikan gabus. Berdasarkan data statistik perikanan tangkap, daerah peyumbang produksi ikan gabus tertinggi pada tahun 2008 dari perairan umum adalah Sumatera Selatan sebesar 5.702 ton dengan tingkat konsumsi ikan gabus sebesar 1,65 kg per kapita (Kementrian Kelautan dan Perikanan 2010).

Di sisi lain, pengolahan ikan gabus baik itu skala rumah tangga atau industri masih memiliki masalah limbah yang dapat mencemari lingkungan. Kegiatan industri pengolahan ikan selalu menghasilkan limbah karena yang diambil umumnya hanya dagingnya saja, sementara kepala, jeroan (isi perut), duri dan kulitnya dibuang. Bagian ikan yang dibuang inilah yang dimaksud dengan limbah ikan. Di Sumatera Selatan sendiri biasanya limbah kepala dan kulit dimanfaatkan menjadi bahan pembuatan produk makanan, sehingga yang tersisa biasanya tulang dan jeroan. Limbah ikan jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran bau yang menyengat, karena proses dekomposisi protein ikan. Menurut Harahap *et al.* (2013), penyebab timbulnya bau busuk pada limbah ikan adalah karena terjadi proses penguraian protein, ataupun hasil-hasil peruraian protein dalam proses autolisis serta substansi-substansi non-nitrogen oleh bakteri. Proses ini menghasilkan pecahan-pecahan protein sederhana dan berbau busuk misalnya H<sub>2</sub>S, amonia, dan lain-lain.

Penerapan program *zero waste* memberikan harapan cerah, namun hingga kini masih perlu kerja keras untuk mencapai kondisi tersebut. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan perikanan masih cukup tinggi, yaitu

sekitar 20-30%. Produksi ikan telah mencapai 6,5 juta ton pertahun. Hal ini berarti sekitar 2 juta ton terbuang sebagai limbah (Gintings 1992).

Kiambang dapat menyebabkan *blooming*, yaitu tumbuh sangat rapat sampai menutupi permukaan sungai atau danau. Tingkat pertumbuhan yang cepat dari Kiambang dapat mengakibatkan penutupan yang luas di permukaan air, menyebabkan habitat alami mengalami penurunan. Kiambang dapat merusak ekosistem perairan dan mengganti tanaman asli yang menyediakan makanan dan habitat bagi hewan asli dan unggas air. Daun lebar yang mengambang mencegah oksigen masuk ke permukaan air, sedangkan *Salvinia* membusuk dari bawah daun dan mengkonsumsi oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh ikan dan organisme air lainnya. Deplesi oksigen yang berlebihan tersebut dapat mengakibatkan ikan terbunuh. Selain itu cahaya menjadi terbatas dan mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup fitoplankton (Winarni *et al.* 2011).

Menurut Winarni *et al.* (2011), pada prinsipnya biomassa gulma berpotensi sebagai bahan untuk pembuatan bioenergi, seperti biogas, dan bioetanol. Biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan relatif sederhana yang dihasilkan oleh fermentasi anaerobik dari bahan-bahan organik. Energi yang tepat guna dan murah ini dapat mengatasi ketergantungan masyarakat akan bahan bakar minyak yang saat ini harganya semakin melonjak dan sumbernya semakin terbatas. Berdasarkan latar belakang di atas, penting dilakukan pengujian potensi produksi biogas pada kiambang dengan penambahan limbah jeroan ikan gabus yang diharapkan dapat dijadikan sumber bahan bakar alternatif terbarukan.

Penelitian ini bertujuan menguji potensi produksi biogas dan metana dari *slurry* campuran kiambang dan limbah jeroan ikan gabus dengan mengetahui komposisi substrat kiambang dan limbah jeroan ikan gabus yang menghasilkan jumlah biogas dan gas metana paling optimum yang dioperasikan pada reaktor *batch* skala

laboratorium. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu dasar pengembangan pemanfaatan biomassa gulma kiambang dan limbah jeroan gabus menjadi sumber pembuatan biogas sebagai energi alternatif untuk mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil.

**BAHAN DAN METODE**

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kiambang, aquades, limbah jeroan ikan gabus, kotoran sapi, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, HCl, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, indikator ferroin, erlenmeyer 500 ml, gelas ukur 100 mL, gelas baker 500 ml, botol gelas, wadah plastik, selang plastik diameter 1 cm, infuse set, *rubber stopper*, pipa L, pH meter, BOD meter, purnis, biuret, blender, dan neraca analitik.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan analisis deskriptif, terdiri dari dua perbedaan komposisi substrat kiambang dan limbah jeroan ikan gabus pada *slurry*, yaitu reaktor A (1:2), dan reaktor B (2:1).

**Parameter Pengamatan**

Parameter uji meliputi potensi biogas yang dihasilkan yaitu volume biogas, laju pembentukan, dan kualitas biogas berupa volume gas metana yang dihasilkan berdasarkan variabel perlakuan meliputi pH, suhu, rasio C/N, BOD, COD, TS, dan VS. Volume dan laju pembentukan biogas ditentukan menggunakan metode Liquid Displacement (Parajuli 2011 yang dimodifikasi), sedangkan gas metana menggunakan metode absorpsi atom gas oleh larutan barrier (Esposito *et al.* 2012).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengujian Potensi Produksi Biogas dan Metana**

Hasil yang utama dari pengujian ini yaitu data akumulasi biogas dan akumulasi metana yang diproduksi berdasarkan jumlah dan parameter *slurry* dari reaktor-reaktor yang memiliki substrat *slurry* dengan perbedaan komposisi pada perbandingan antara biomassa kiambang dengan limbah jeroan ikan gabus. Data akumulasi biogas dan metana serta komposisi *slurry* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Akumulasi volume biogas dan metana serta komposisi *slurry*

Reaktor	KB (g)	LP (g)	Volume <i>slurry</i> (mL)	Volume Biogas (mL/300 g <i>slurry</i> )	Volume Metana (mL/300 g <i>slurry</i> )	Vol. Biogas (mL/kg <i>slurry</i> )	Vol. Metana (mL/kg <i>slurry</i> )
A	60	120	300	2105	1141	7017	3803
B	120	60	300	1268	770	4227	2567

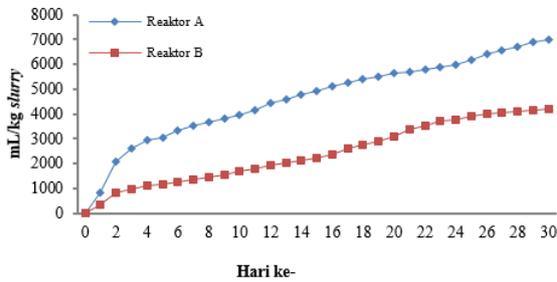
Data Table 1 merupakan hasil konversi dari data riil pengujian yang menggunakan *slurry* sebanyak 300 g; untuk akumulasi volume biogas dan metana yakni 2.105 dan 1.268 mL/300 g *slurry* pada reaktor A dan 1.268 dan 770 mL/300 g *slurry*.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat akumulasi produksi biogas pada reaktor A dan B yakni 7.017 mL/kg *slurry* dan 4.227 mL/kg *slurry*. Sedangkan volume metana yang dihasilkan yakni 3.803 ml dan 2.567 ml per kg *slurry* pada reaktor A dan B. Hal ini berarti bahwa produksi biogas dan metana pada reaktor B dengan perbedaan komposisi substrat biomassa kiambang yang lebih banyak (kiambang : jeroan, 2:1) menghasilkan biogas yang lebih sedikit

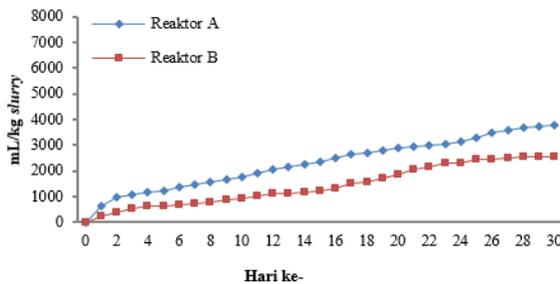
daripada reaktor A dengan perbandingan substrat kiambang dan jeroan 1:2. Grafik akumulasi produksi biogas dan metana dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Berdasarkan data penelitian dari Xie *et al.* (2012), tentang evaluasi produksi biogas dari kotoran babi dan silase rumput, dihasilkan bahwa substrat dengan rasio kotoran sapi (PM) dan silase rumput (GS) 1:3 menghasilkan biogas sebanyak 7.484 mL/kg *slurry* dan substrat dengan rasio 3:1 sebanyak 8.517 mL/kg *slurry* dengan kandungan metana 54% dan 52%. Sama hal nya pada penelitian ini yaitu pada reaktor A dengan kandungan metana 54,20% sedangkan reaktor B 60,73% dari akumulasi volume biogas. Bila dibandingkan dengan standar

kandungan metana dalam biogas oleh Wahyuni (2013), kandungan gas metana yaitu 50-60%, maka kandungan gas metana pada reaktor A dan B telah sesuai standar.



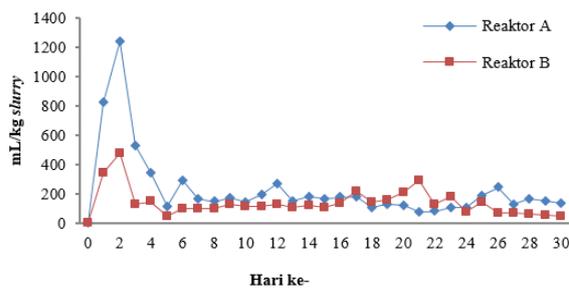
Gambar 1. Grafik akumulasi volume produksi biogas.



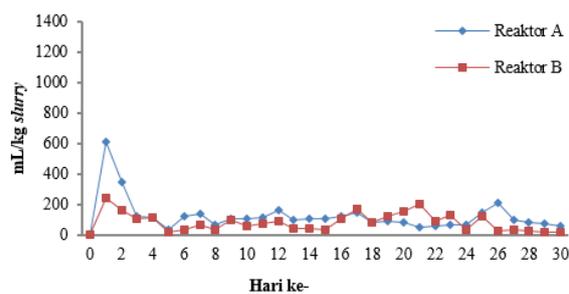
Gambar 2. Grafik akumulasi volume produksi metana.

### Laju Pembentukan Biogas dan Metana

Jumlah pembentukan biogas dan metana per hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



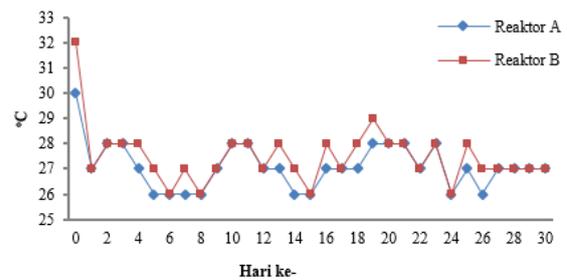
Gambar 3. Grafik laju pembentukan biogas.



Gambar 4. Grafik laju pembentukan metana.

Grafik pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa proses produksi biogas dan metana tertinggi pada hari ke-2 yang selanjutnya terjadi penurunan dan terus berfluktuasi. Pada hari ke-16 hingga ke-24 terjadi perbedaan *trend* pada jumlah biogas dan metana yang diproduksi antara reaktor A dan B, dimana reaktor B yang sebelumnya menghasilkan gas lebih sedikit daripada reaktor A menghasilkan gas lebih banyak pada masa tersebut. Hal yang mungkin terjadi yaitu bakteri fermentasi penghasil biogas pada reaktor B bekerja lebih aktif dikarenakan beberapa faktor, baik itu faktor internal (sumber nutrisi pada *slurry*) ataupun eksternal (suhu).

Menurut Buekens (2005), suhu adalah parameter proses yang memegang peranan sangat penting. Bakteri anaerobik dapat bertahan dari suhu beku sampai dengan 70 °C, namun bekerja optimum pada suhu mesofilik (25-40 °C, dengan suhu optimum 35 °C) atau suhu termofilik (50-65 °C, dengan suhu optimum < 55 °C). Adapun suhu yang terjadi pada masa itu yakni berkisar antara 26-29 °C dimana berdasarkan data bahwa reaktor B memiliki suhu yang relatif lebih tinggi pada masa tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik suhu pada reaktor.

Selanjutnya terjadi penurunan secara konstan dari hari ke-27 hingga ke-30. Suhu *slurry* pada reaktor A tertinggi pada 30 °C dan terendah pada 26 °C dengan suhu rata-rata 28 °C, sedangkan pada reaktor B suhu tertinggi pada 32 °C dan terendah pada 26 °C dengan rata-rata 28,4 °C. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa bakteri anaerob yang bekerja pada reaktor yaitu bakteri mesofilik. Menurut Sharifani dan Soewondo (2009), bakteri mesofilik dapat

bertahan pada perubahan temperature lingkungan. Kestabilan proses mesofilik membuat proses ini sering digunakan dalam pengolahan anaerob. Sedangkan bakteri termofilik membutuhkan waktu berbulan-bulan untuk membentuk sebuah populasi.

**Karakteristik Slurry dan Korelasi terhadap Produksi Biogas dan Metana**

Substrat kiambang, limbah jeroan, dan biostarter yang telah dicampurkan menjadi biomassa *slurry* sesuai variabel komposisi substrat masing-masing reaktor dilakukan analisa karakteristik awal dan akhir proses.

Gunanya untuk data pembanding pada tiap parameter terhadap biogas dan metana yang dihasilkan. Data karakteristik awal, akhir, serta *removal* pada *slurry* berupa parameter pH, BOD, COD, TS, VS, dan C/N serta potensi gas yang dapat dihasilkan berdasarkan parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan persamaan regresi  $y=0,002x+0,003$  menunjukkan bahwa bakteri lebih banyak tumbuh pada media MRS yang ditambahkan dengan lovastatin. Kandungan lovastatin yang didapatkan berdasarkan persamaan regresi yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik awal dan akhir *slurry* serta potensi gas yang diproduksi

Parameter	Reaktor A			Reaktor B		
	Awal	Akhir	Removal	Awal	Akhir	Removal
pH	6,36	7,11	-	6,33	7,23	-
g BOD/kg <i>slurry</i>	2,57	2,23	0,34	2,36	2,07	0,29
ml biogas/g BOD		20.638,24			14.575,86	
ml metana/g BOD		11.185,29			8.851,72	
g COD/kg <i>slurry</i>	25,60	16,00	9,60	35,20	32,00	3,20
ml biogas/g COD		730,94			1.320,94	
ml metana/g COD		396,15			802,19	
%TS	15,63	10,9	4,73	13,26	11,51	1,75
g TS/kg <i>slurry</i>	156,31	109,07	47,24	132,63	115,13	17,5
mL biogas/g TS		148,53			241,54	
mL metana/g TS		80,50			146,68	
%VS	2,87	0,75	2,12	2,63	0,88	1,75
g VS/kg <i>slurry</i>	28,67	7,46	21,21	26,36	8,81	17,55
mL biogas/g VS		330,83			240,85	
mL metana/g VS		179,30			146,26	
C/N	0,182	0,029	0,152	1,281	0,051	1,230
metana:biogas (%) /kg <i>slurry</i>		54,20			60,73	

**Derajat Keasaman (pH)**

Secara umum pH merupakan suatu ukuran tingkat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan. Larutan dengan pH kurang dari 7 disebut asam, sedangkan larutan dengan pH lebih dari 7 disebut basa atau alkalin. Menurut Covington *et al.* (1985), pH didefinisikan sebagai desimal logaritmik dari suatu timbal balik aktifitas ion hidrogen H<sup>+</sup> dalam suatu larutan.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pH awal pada reaktor A dan B tidak berbeda secara signifikan yakni 6,36 dan 6,33. Sedangkan pH akhir pada reaktor A dan B juga tidak berbeda secara signifikan yakni 7,11 dan 7,23. Hal ini menandakan bahwa *slurry* pada reaktor A dan B mengalami proses alkalinisasi yakni kenaikan pH sehingga

menjadi basa. Menurut Sharifani dan Soewondo (2009), peningkatan nilai pH menunjukkan terjadinya dekomposisi dari fase asidogenesis menjadi metanogenesis.

Yadvika *et al.* (2004) menyebutkan bahwa salah satu faktor penting dalam proses fermentasi anaerob adalah pH. pH dalam digester harus dijaga pada kisaran 6,8 – 7,2. Hal yang sama juga dikemukakan Igoni *et al.* (2008), bahwa proses *anaerobic digestion* berlangsung pada kisaran pH 6 – 8 dengan pH optimal +7. pH optimum pada *slurry* bertujuan agar proses hidrolisis pada substrat berlangsung optimal dan dapat mempengaruhi proses selanjutnya yaitu asidifikasi dan metanasi. Bakteri akan bekerja aktif pada rentang pH yang spesifik dan menunjukkan aktivitas maksimum pada pH

optimum. pH optimum yang dibutuhkan bakteri asidogenik adalah 5 sampai 6,5, sedangkan pH optimum untuk bakteri metanogenesis yaitu di atas 6,5 (Sharifani dan Soewondo 2009).

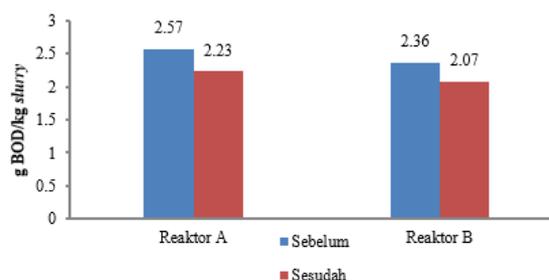
### Oxygen Demand (OD)

Merupakan ukuran kebutuhan oksigen dari suatu proses baik itu secara biologi (BOD) ataupun secara kimiawi (COD). Menurut Hamilton (2012), OD digunakan untuk mengestimasi kandungan energy dari suatu material organik. Material organik dari suatu substrat dapat diukur secara tidak langsung dengan melihat jumlah dari oksigen yang dibutuhkan untuk mencerna (*digest*) secara aerob.

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) adalah jumlah dari oksigen terlarut yang dibutuhkan secara biologis oleh organisme pada suatu badan air untuk memecah material organik yang ada pada suhu dan rentang waktu tertentu. Pengujian BOD biasanya digunakan sebagai indikator kualitas organik pada air (Sawyer *et al.* 2003). BOD memiliki fungsi yang sama dengan *Chemical Oxygen Demand* (COD) keduanya digunakan untuk mengukur komponen organik pada air. Namun COD kurang spesifik dikarenakan COD mengukur semuanya yang dapat teroksidasi secara kimiawi, sedangkan BOD hanya sebatas material organik yang aktif secara biologis.

### Nilai BOD

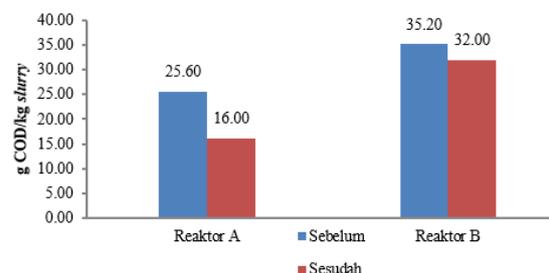
Nilai BOD pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai BOD pada reaktor A sebelum dan sesudah proses biodegradasi yaitu 2,57 dan 2,23 g BOD/kg *slurry* dengan BOD *removal* sebesar 0,34 g BOD/kg *slurry* atau sebesar 13,22%. Untuk reaktor B sebelum dan sesudah proses yakni 2,36 dan 2,07 g BOD/kg *slurry* dengan BOD *removal* 0,29 g BOD/kg *slurry* atau sebesar 12,28%. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa nilai BOD pada reaktor A, baik sebelum dan sesudah proses biodegradasi, ataupun BOD yang tereduksi selama proses lebih besar dari nilai BOD reaktor B.



Gambar 6. Nilai *Biochemical Oxygen Demand*.

### Nilai COD

Nilai COD pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai COD pada reaktor A sebelum dan sesudah proses biodegradasi yaitu 25,60 dan 16,00 g COD/kg *slurry* dengan COD *removal* sebesar 9,60 g COD/kg *slurry* atau sebesar 37,5%. Untuk reaktor B sebelum dan sesudah proses yakni 35,20 dan 32,00 g COD/kg *slurry* dengan COD *removal* 3,20 g COD/kg *slurry* atau sebesar 9,09%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai COD pada reaktor A lebih rendah dari nilai COD reaktor B, namun nilai COD *removal* reaktor A lebih tinggi yaitu 37,5% dan 9,09% pada reaktor B.



Gambar 7. Nilai *Chemical Oxygen Demand*.

Nilai BOD dan COD pada *slurry* akhir proses produksi biogas lebih kecil dibandingkan dengan nilai BOD dan COD pada *slurry* awal, berarti selama masa periode produksi biogas dan metana terjadi penurunan nilai BOD dan COD. Menurut Saputra *et al.* (2010), proses digesti anaerobik mampu menurunkan nilai BOD dan COD pada bahan isian, berarti proses digesti anaerobik ini mampu menurunkan beban cemaran pada substrat *slurry*, sedangkan menurut Hobson *et al.* (1984) dalam Saputra *et al.* (2010), penurunan kadar BOD dan COD dalam digesti anaerobik menunjukkan

bahwa material selain asam dapat terdegradasi.

Penurunan BOD dan COD berarti juga penurunan VS yang berarti juga penurunan bahan organik yang menandakan adanya pengurangan bahan organik dan dikonversi untuk produksi metana dan total biogas. Penurunan BOD dan COD menandakan adanya konsumsi asam untuk produksi metana (Barlaz 1996).

**Total Solids (TS) dan Volatile Solids (VS)**

Menurut Nelson (2005), TS dan VS merupakan parameter penting dimana dapat menentukan karakteristik dari *slurry*. TS digunakan untuk menentukan laju pengumpulan dari digester anaerob dan memberikan petunjuk kapan perbaikan dibutuhkan. Secara khusus, nilai TS yang tereduksi kurang dari 10% dari total volume. Sedangkan VS memberikan perkiraan jumlah substrat yang secara potensial dapat diubah menjadi metana (Wilkie, 2003). Menurut Hamilton (2012), analisa VS menentukan nilai total dari material organik pada suatu substrat.

Pada penelitian ini analisa TS dan VS menggunakan metode dari Telliard (2001), dimana pada prinsipnyadengan melihat persentase atau jumlah berat TS dan VS awal dengan berat sampel setelah proses pemanasan dan pembakaran.

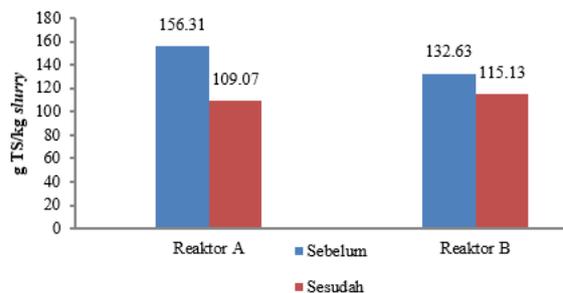
**Nilai TS**

Nilai TS pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8. Pada reaktor A, nilai TS sebelum dan sesudah yaitu 156,31 g/kg *slurry* dan 109,07 g/kg *slurry* dengan TS *removal* sebesar 47,24 g/kg *slurry*. Persentase TS sebelum dan sesudah dari Tabel 2 yaitu 15,63% dan 10,9% dengan TS *removal* 4,73%. Sedangkan untuk reaktor B, nilai TS sebelum dan sesudah yaitu 132,63 dan 115,13 serta TS *removal* 17,5 g TS/kg *slurry* dengan persentase 13,26% dan 11,51% serat TS *removal* 17,5%.

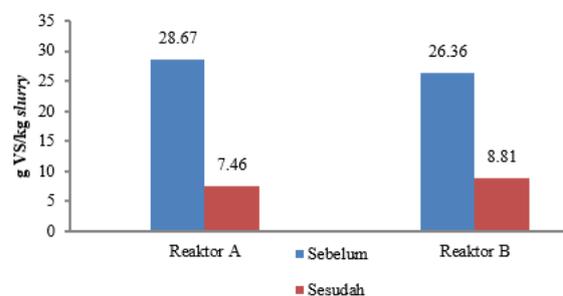
**Nilai VS**

Nilai VS pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9. Nilai VS sebelum dan sesudah pada reaktor A yaitu 28,67 g/kg *slurry* dan 7,46 g/kg *slurry* dengan VS *removal*

21,21 g/kg *slurry* dan persentase VS sebelum dan sesudah yakni 2,87% dan 0,75% dengan VS *removal* 2,12%, sedangkan untuk reaktor B VS sebelum dan sesudah yaitu 26,36 (2,63%) dan 8,81 (0,88%) dengan *removal* 17,55 (1,75%) g VS/kg *slurry*.



Gambar 8. Nilai Total Solids (TS).



Gambar 9. Nilai Total Solids (VS).

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa jumlah TS dan VS pada reaktor A lebih banyak tereduksi selama proses digesti daripada reaktor B sehingga jumlah biogas dan metana yang dihasilkan lebih banyak pada reaktor A. Menurut Laili dan Wilujeng (2012), biodegradabilitas bahan baku ditandai oleh biogas atau metana yang dihasilkan dan persentase dari *solids* (*total solids* dan *volatile solids*) yang dihancurkan selama degradasi anaerobik dalam jangka waktu tertentu.

**Nilai Rasio Karbon Nitrogen (C/N)**

Nilai C/N pada penelitian ini berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa pada reaktor A, C/N awal dan akhir *slurry* yaitu 0,182 dan 0,029 dengan nilai reduksi 0,152 atau sebesar 83,63%. Sedangkan pada reaktor B, nilai C/N awal dan akhir yaitu 1,281 dan 0,051 dengan nilai reduksi 1,230 atau sebesar 96,00%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa pada reaktor A dengan komposisi substrat kiambang dan lembah jeroan 1:2 memiliki nilai C/N lebih rendah

dari reaktor B dengan komposisi 2:1. Hal ini disebabkan karena reaktor A memiliki nilai N lebih tinggi dari reaktor B sehingga nilai N sebagai pembagi nilai C lebih tinggi.

Menurut Kavuma (2013), rasio C/N merupakan hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen yang ada pada material. Rasio C/N antara 20 sampai 30 ditinjau optimal untuk digesti anaerob. Jika C/N sangat tinggi, nitrogen akan dicerna dengan cepat oleh bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan protein dan tidak akan beraksi lagi pada kandungan karbon yang tersisa pada substrat, sebagai hasilnya produksi gas akan rendah. Sebaliknya jika C/N terlalu rendah, nitrogen akan dilepaskan dan terakumulasi dalam bentuk ammonia yang akan meningkatkan nilai pH *slurry* pada digester.

### KESIMPULAN

Volume biogas dan metana paling banyak diproduksi pada reaktor A dengan komposisi substrat kiambang (*Salvinia molesta*) dan limbah jeroan ikan gabus (*Channa striata*) 1:2 yaitu 7.017 mL/kg *slurry* dan 3.803 mL/kg *slurry* dengan nilai reduksi *Total Solids* dan *Volatile Solids* tertinggi 4,73% dan 2,12%. Sedangkan pada reaktor B (2:1) dengan persentase metana lebih tinggi dari reaktor A yaitu 60,73% dimana reaktor A memiliki persentase 54,20%.

Derajat keasaman *slurry* meningkat pada reaktor A dan B dari 6,36 dan 6,33 menjadi 7,11 dan 7,23 pada akhir proses degradasi. Suhu *slurry* pada reaktor A tertinggi pada 30 °C dan terendah pada 26 °C dengan suhu rata-rata 28 °C, sedangkan pada reaktor B suhu tertinggi pada 32 °C dan terendah pada 26 °C dengan rata-rata 28,4 °C. Nilai rasio C/N tertinggi yaitu pada reaktor B dengan C/N awal dan akhir, serta C:N *removal* yaitu 1,281, 0,051, dan 1,230.

Nilai BOD pada reaktor A dan B tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan nilai BOD *removal* 0,34 dan 0,29 g BOD/kg *slurry*. Nilai COD awal dan akhir reaktor B lebih tinggi, yaitu 35,20 dan 32,00 g COD/kg *slurry*, sedangkan reaktor A yaitu 25,60 dan 16,00. Namun nilai reduksi COD pada reaktor A lebih tinggi dari reaktor B yaitu 9,60 dan 3,20 g COD/kg *slurry*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah dan Putri. 2010. Strategi pengembangan industri kreatif berbasis limbah industri perikanan sebagai solusi mengatasi permasalahan ekonomi dan lingkungan Indonesia. [Karya Ilmiah]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Barlaz MA. 1996. Microbiology of solid waste landfills. In *Microbiology of solid Waste*. AC. Palmisano, and MA. Barlaz (eds.). Florida, USA: CRC Press, Inc. Boca Raton.
- Covington AK, Bates RG, Durst RA. 1985. Definitions of pH scales, standard reference values, measurement of pH, and related terminology. *Pure Appl. Chem.* 57(3): 531–542.
- Esposito G., L. Frunzo, F. Liotta, A. Panico, dan F. Pirozzi. 2012. Bio-methane potential test to measure the biogas production from the digestion and co-digestion of complex organic substrates. *The Open Environmental Engineering Journal* 5: 1-8.
- Harahap FM, Thamrin, Bahri S. 2013. *Pengolahan Limbah Ikan Patin Menjadi Biodiesel*. Pekanbaru: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau.
- Kavuma C. 2013. *Variation of Methane and Carbon dioxide Yield in a biogas plant*. MSc Thesis (unpublished). Stockholm, Sweden: Department of Energy Technology, Royal Institute of Technology.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2010. *Warta Pasarikan Edisi Oktober 2010 Volume 86*. Jakarta: Direktorat Pemasaran Dalam Negeri, Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan (P2HP).
- Laili N. dan Wilujeng SA. 2012. *Pengaruh Pengaturan pH dan Pengaturan Operasional dalam Produksi Biogas dari Sampah*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP-ITS.

- Nelson R. 2005. *Methane generation from anaerobic digesters: considering different substrates*. USA: Environmental Technology, Iowa State University.
- Parajuli P. 2011. Biogas measurement techniques and the associated error. [Thesis]. Departement of Biological and Environmental Science Renewable Energy Programme. University of Jyväskylä.
- Saputra T, Triatmojo S, Pertiwiningrum A. 2010. Produksi biogas dari campuran feses sapi dan ampas tebu (bagasse) dengan rasio C/N yang berbeda. *Buletin Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada* 34(2): 114-122.
- Saputri AR, Trihadiningrum Y. 2010. Pemanfaatan biomassa eceng gondok dari kolam pengolahan greywater sebagai penghasil biogas. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sharifani S. dan Soewondo P. 2009. *Degradasi Biomaste Fasa Cair, Slurry, dan Padat dalam Reaktor Batch Anaerob Sebagai Bagian dari Mechanical Biological Treatment*. Bandung: Fakultas Sipil dan Teknik Lingkungan, Institute Teknologi Bandung.
- Telliard AW. 2001. *Method 1684: Total, Fixed, and Volatile Solids in Water, Solids, and Biosolids*. Washington DC: EPA Office of Water, Engineering and Analysis Division.
- Wilkie AC. 2003. Anaerobic digestion of flushed dairy manure. *Proceedings - Anaerobic Digester Technology Application in Animal Agriculture - A National Summit*. Alexandria, Virginia: Water Environment Federation. p. 350-354.
- Winarni P, Trihadiningrum Y, Suprijanto. 2011. *Produksi Biogas dari Eceng Gondok*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Xie S, Zhan X, Lawlor GP. 2012. Evaluation of biogas production from anaerobic digestion of pig manure and grass silage, [Disertasi]. Galway: Civil Engineering, National University of Ireland.
- Yadvika S, Sreekrishnan TR, Kohli S, Rana V. 2004. Enhancement of Biogas Production from Solid Substrates Using Different Techniques - a Review. *Bioresource Technology Vol. 95* Hal. 1-10 Elsevier Ltd.
- Zaman Q, Gatot S, Dyah H. 2013. Pengaruh kiambang (*Sahinia molesta*) yang difermentasi dengan ragi tempe sebagai suplemen pakan terhadap peningkatan biomassa ayam pedaging. *Lentera Bio* 2: 131-137.