

Uji Potensi Biogas dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Campuran Limbah Jeroan Ikan Gabus (*Channa Striata*) Menggunakan *Digester Anaerob* secara *Batch*

Study of Biogas Potential from Water Hyacinth (Eichhornia Crassipes) and (Channa Striata) Sneakhead Fish Viscera Waste Mixture Using Batch Anaerob Digester

Hernandes Sitorus Pane, Indah Widiastuti^{*}, Ace Baehaki

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

^{*}Penulis untuk korespondensi: indah_qw@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to utilize water hyacinth biomass and sneakhead waste as substrats for biogas production as a renewable energy source by different treatment on substrate composition. 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 were analyzed by descriptive method. The observed parameters were rate and accumulation of biogas and methane production, 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. Whereas in reactor B produced the highest methane percentage.

Keywords: Batch anaerobic digester, biogas, sneakhead fish viscera waste, water hyacinth

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan biomassa eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus sebagai substrat penghasil biogas sebagai bahan baku penghasil energi terbarukan dengan perlakuan komposisi substrat yang berbeda. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen 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. Sedangkan reaktor B menghasilkan persentase metana tertinggi.

Kata kunci: Biogas, digester anaerob *batch*, eceng gondok, limbah jeroan ikan gabus

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan manusia yang paling dasar. Energi dimanfaatkan dalam berbagai bidang untuk menunjang berbagai aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Energi yang paling banyak dimanfaatkan yakni energi minyak bumi (Wahyuni 2013). Jenis energi ini tidak dapat diperbaharui. 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 (Widodo *et al.* 2006). Biogas merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan, dapat dibakar seperti gas elpiji (LPG) dan dapat digunakan sebagai sumber energi penggerak generator listrik (Dirjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian 2009).

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik apabila bahan organik mengalami proses fermentasi pada reaktor (*digester*) dalam kondisi *anaerob* (tanpa udara). Bahan organik yang paling banyak digunakan untuk menghasilkan biogas adalah kotoran hewan, kotoran manusia, dan sampah bioorganik. Komposisi biogas bervariasi tergantung pada limbah organik dan proses fermentasi *anaerob*, biasanya terdiri dari gas metana (50-70%), gas karbon dioksida (30-40%), dan gas-gas lainnya meliputi karbon monoksida, nitrogen, hidrogen, hidrogen sulfida, dan oksigen (Wahyuni 2013).

Eceng gondok merupakan salah satu gulma akuatik yang banyak dijumpai pada perairan, seperti di danau dan waduk yang mengalami eutrofikasi. Pada prinsipnya biomassa gulma berpotensi sebagai bahan untuk pembuatan bioenergi, seperti biogas dan bioetanol (Winarni *et al.* 2011). Namun umumnya, eceng gondok hanya dibuang sebagai sampah tanpa adanya pengolahan lanjut. Padahal eceng gondok merupakan salah satu sumber biomassa yang masih dapat dimanfaatkan. Hal ini menunjukkan bahwa potensi biomassa eceng gondok yang sangat berlimpah yang belum dimanfaatkan (Saputri dan Yulinah 2010).

Menurut Yonathan *et al.* (2013) eceng gondok mengandung 95% air dan menjadikannya terdiri dari jaringan yang berongga, mempunyai energi yang tinggi, terdiri dari bahan yang dapat difermentasikan dan berpotensi sangat besar dalam menghasilkan biogas (Chanakya *et al.*, 1993). Eceng gondok dapat dimanfaatkan dalam produksi biogas karena mempunyai kandungan hemiselulosa yang cukup besar. Di antara beberapa kemungkinan yang paling menarik adalah produksi gas metana dengan menggunakan eceng gondok dengan metode *anaerobic digestion* (Shilapour dan Smith 1984).

Kegiatan industri pengolahan ikan selalu menghasilkan limbah karena yang diambil umumnya hanya dagingnya saja sementara kepala, jeroan (isi perut), duri dan kulitnya dibuang. Limbah ikan jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran bau yang menyengat, karena

proses dekomposisi protein ikan. Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), 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 H₂S, amonia dan lain-lain.

Berdasarkan latar belakang di atas, penting dilakukan pengujian potensi produksi biogas pada eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan penambahan limbah jeroan ikan gabus (*Channa striata*) yang diharapkan dapat dijadikan sumber bahan bakar alternatif terbarukan. Penelitian ini akan menguji potensi biogas melalui proses *anaerobic digestion* secara *batch*.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji produksi biogas dari *slurry* campuran eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus. Selain itu, mengetahui komposisi eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus yang menghasilkan biogas paling optimum yang dioperasikan pada reaktor secara *batch* skala laboratorium.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eceng gondok, aquadest, limbah jeroan ikan gabus, kotoran sapi, H₂SO₄, NaCl, Na₂SO₄, NaOH, HCl, K₂Cr₂O₇, indikator ferroin, Erlenmeyer 500 mL, gelas ukur 100 mL, *beaker glass* 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.

Metode Penelitian

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

Tabel 1. Komposisi substrat pada *slurry*

Reaktor	EG (g)	LP (g)	BS (ml)	Air (ml)	Total (g)
A	50	100	25	75	250
B	100	50	25	75	250

Keterangan: (EG) eceng gondok, (LP) limbah jeroan, (BS) biostarter.

Parameter Pengujian

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 (modifikasi), gas metana menggunakan metode absorpsi atom gas oleh larutan *barrier* (Esposito *et al.* 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik *Slurry*

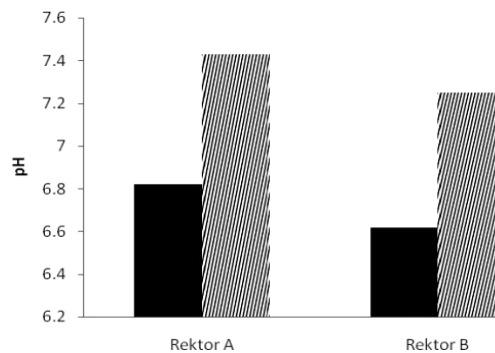
Biomassa *slurry* (substrat eceng gondok, limbah jeroan, air dan biostarter) sesuai variabel komposisi substrat reaktor dilakukan analisa karakteristik awal dan akhir. Hal ini dilakukan untuk data pembandingan pada tiap parameter terhadap biogas dan metana yang dihasilkan. Data karakteristik awal, akhir, serta *removal* pada *slurry* berupa parameter suhu, pH, BOD, COD, TS, VS, dan C/N serta potensi gas yang dapat dihasilkan.

Nilai pH

Secara umum pH adalah salah satu analisis yang paling umum di pengujian tanah dan pengujian air. Larutan dengan pH kurang dari 7 disebut asam sedangkan pH yang lebih dari 7 disebut basa (Addy *et al.*, 2004). Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting dalam proses fermentasi biogas (Wahyuni, 2013). Adapun grafik nilai pH yang terjadi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pH awal pada reaktor A yaitu 6,82 sedangkan pH awal pada reaktor B yaitu 6,62. Sedangkan pH akhir pada reaktor A dan B mengalami kenaikan yakni 7,43 dan 7,25. Pada reaktor A

(1:2) memiliki pH awal dan akhir yang lebih tinggi dari reaktor B (2:1). Hal ini menandakan bahwa *slurry* pada reaktor A dan B mengalami proses alkalinisasi yaitu kenaikan pH sehingga menjadi basa. Namun demikian pH pada kedua reaktor masih stabil pada rentang pH optimum.

Gambar 1. Nilai pH *Slurry*.

Menurut Sharifani dan Soewondo (2009), peningkatan nilai pH menunjukkan terjadinya dekomposisi dari fase asidogenesis menjadi metanogenesis. Peningkatan pH terjadi karena senyawa hasil fermentasi maupun asidogenesis sudah dikonversi menjadi H₂, CO₂, H₂O, dan CH₄ serta pemecahan protein menjadi NH₄⁺ yang kemudian mudah membentuk senyawa yang bersifat basa (Wagiman 2007).

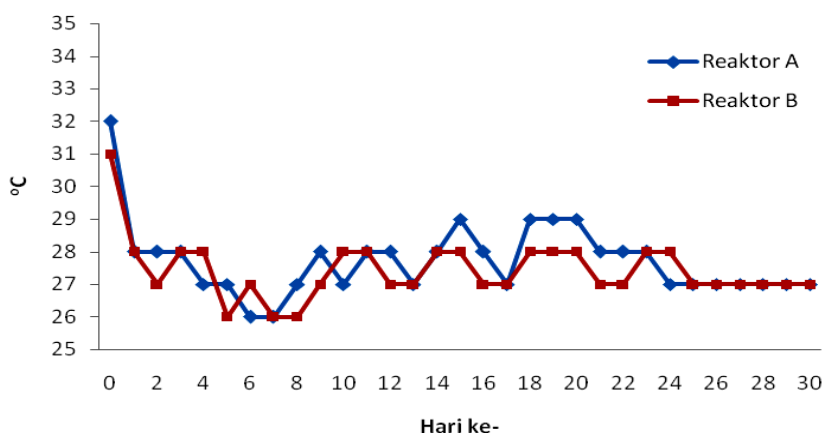
Produksi biogas secara optimum dapat dicapai bila nilai pH dari campuran input didalam digester berada pada kisaran 6-7. Derajat keasaman (pH) dalam digester juga merupakan fungsi waktu di dalam digester tersebut. Menurut Kashani (2009) menyatakan bahwa nilai pH pada nilai dibawah 6,5 pertumbuhan bakteri metanogen bekerja dengan lambat.

Suhu

Temperatur sangat menentukan lamanya proses pencernaan di digester. Bila temperatur meningkat, umumnya produksi biogas juga meningkat sesuai dengan batas-batas kemampuan bakteri mencerna sampah organik. Bakteri yang umum dikenal dalam proses fermentasi anerob seperti bakteri *Psychrophilic* (< 15 °C), bakteri *Mesophilic* (15 °C – 45 °C), Bakteri *Thermophilic* (45 °C – 65 °C). Umumnya digester anaerob skala

kecil, yang sering terdapat disekitar kita umumnya bekerja pada suhu bakteri *Mesophilic* dengan suhu antara 25 °C – 37 °C

(Wahyuni 2013). Adapun grafik suhu yang terjadi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik suhu pada reaktor.

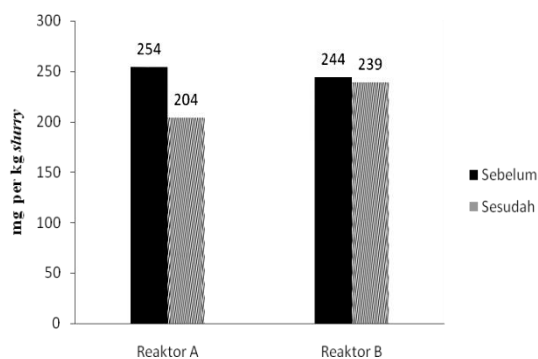
Berdasarkan grafik dapat dilihat pada reaktor A (1:2) dan reaktor B (2:1) pada hari pertama mengalami kondisi suhu tertinggi, hal ini dikarenakan pada proses pembuatan *slurry* menggunakan blender yang mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu pada *slurry*. Hari selanjutnya pada reaktor A dan reaktor B mengalami penurunan suhu dan kondisi suhu memiliki nilai konstan sampai hari ke-4 pada kedua reaktor. Pada reaktor A terjadi peningkatan suhu pada minggu ke-2 sampai minggu ke-3 dimana peningkatan suhu pada reaktor A ini berbanding lurus dengan jumlah biogas yang dihasilkan pada minggu kedua sampai minggu ketiga pada reaktor A mengalami kenaikan dapat dilihat pada Gambar 2. Dimana produksi biogas banyak terjadi pada minggu kedua dan ketiga pada reaktor A. Sedangkan pada reaktor B terjadi kondisi suhu yang konstan pada kisaran suhu 27 °C dan 28 °C hal ini ditunjukkan juga dengan jumlah biogas yang dihasilkan tidak terlalu banyak. Kemudian pada hari ke-26 sampai hari ke-30 suhu pada reaktor A dan reaktor B konstan pada suhu 27 °C dimana terjadi penurunan jumlah biogas yang dihasilkan.

Suhu *digester* anaerob pada reaktor A yaitu 26 °C – 32 °C dengan suhu rata-rata dan pada reaktor B yaitu 26 °C – 31 °C dimana pada suhu tersebut umumnya bekerja bakteri *mesophilic*. Menurut Sharifani dan Soewondo (2009), bakteri mesofilik dapat bertahan pada

perubahan temperatur lingkungan. Kestabilan proses mesofilik membuat proses ini sering digunakan dalam pengolahan *anaerob*.

Nilai BOD

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan secara biologis oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umaly dan Cavin, 1988; Metcalf dan Eddy 1991). Adapun nilai BOD pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Berdasarkan hasil gambar diatas nilai BOD terendah terdapat pada reaktor B (2:1) yaitu sebesar 244 mg sedangkan nilai BOD tertinggi (254 mg) terdapat pada reaktor A

(1:2). Data ini menunjukkan bahwa pada reaktor A pada perlakuan eceng gondok dan limbah ikan (1:2) mempunyai kandungan senyawa organik yang dapat dioksidasi lebih tinggi dari reaktor B dengan perlakuan eceng gondok dan limbah ikan (2:1). Menurut Hamilton (2012), jumlah material organik dapat dilihat pada nilai *volatile solids* dari *slurry*.

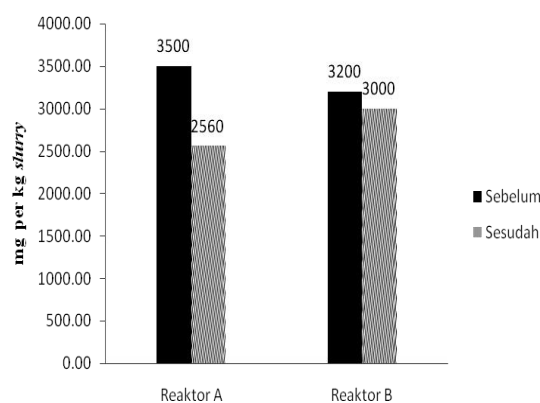
Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa nilai BOD *removal* (persentase selisih BOD awal dengan BOD akhir pada reaktor) reaktor A lebih besar dari nilai BOD *removal* reaktor B. Nilai BOD *removal* pada reaktor A 50 mg (19,69%) dan nilai BOD *removal* pada reaktor B yakni 5 mg yakni (2,05%). Data ini menunjukkan bahwa akibat aktifitas mikroorganismenya pendegradasi material organik pada reaktor A memiliki aktifitas yang lebih tinggi pada reaktor B. ini menunjukkan jumlah senyawa organik yang mampu teroksidasi secara biologi pada reaktor A lebih tinggi dari reaktor B. Menurut Haryati (2006) menambahkan bahwa proses degradasi anerobik dapat menurunkan nilai BOD.

Nilai COD

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990) secara kimiawi. Dengan demikian, selisih nilai antara COD dan BOD memberikan gambaran besarnya bahan organik yang sulit urai yang ada di perairan. Bisa saja nilai BOD sama dengan COD, tetapi BOD tidak bisa lebih besar dari COD. Jadi COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada. Adapun nilai COD pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan hasil Gambar 4, nilai COD terendah terdapat pada reaktor B (2:1) yaitu sebesar 3200 mg sedangkan nilai COD tertinggi (3500 mg) terdapat pada reaktor A (1:2). Data ini menunjukkan bahwa pada reaktor A pada perlakuan eceng gondok dan limbah ikan (1:2) mempunyai kandungan senyawa organik yang dapat dioksidasi lebih tinggi dari reaktor B dengan perlakuan eceng gondok dan limbah ikan (2:1).

Berdasarkan data dapat dilihat bahwa nilai COD *removal* (persentase selisih COD

awal dengan COD akhir) reaktor A lebih tinggi yaitu 940 mg (26,85%) sedangkan pada reaktor B yaitu sebesar 200 mg (6,2%). Dari data ini dapat dikatakan bahwa selama proses fermentasi nilai COD pada setiap reaktor mengalami penurunan. Besarnya nilai COD *removal* pada reaktor A ini menunjukkan jumlah senyawa organik yang mampu teroksidasi secara kimiawi pada reaktor A lebih tinggi dari reaktor B. Menurut Kresnawaty *et al.* (2008) penurunan nilai COD disebabkan karena telah terjadi proses hidrolisis. Pada tahap tersebut, bahan organik dimanfaatkan oleh mikroorganime sebagai nutrisi dan mengubahnya ke dalam bentuk senyawa yang lebih sederhana.



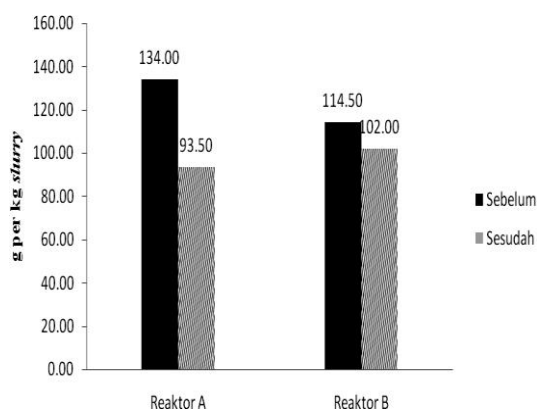
Gambar 4. Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Nilai TS

Total solid (TS) adalah jumlah padatan yang terdapat dalam substrat baik padatan yang terlarut maupun yang tidak terlarut setelah dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C hingga 105°C (U.S Environmental Protection, 2001). Adapun nilai TS pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa reaktor A memiliki nilai TS yang tinggi yaitu 134 g sedangkan reaktor B memiliki nilai TS awal 114,5 g. Tingginya nilai TS pada reaktor A dikarenakan memiliki material organik yang banyak dari limbah ikan dimana pada reaktor A memiliki komposisi limbah ikan yang lebih banyak dari eceng gondok atau dapat dikatakan substrat limbah ikan mengandung lebih banyak nilai total padatan. Sedangkan pada reaktor B memiliki nilai TS yang rendah karena material organik lebih

sedikit; pada reaktor B kandungan limbah ikan sangat sedikit dibandingkan eceng gondok.



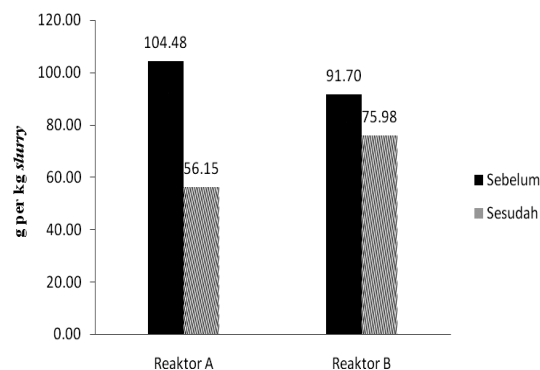
Gambar 5. Nilai *Total Solids* (TS).

Nilai TS *removal* (persentase selisih TS awal dengan TS akhir pada reaktor) lebih tinggi dari nilai TS *removal* reaktor B. Nilai TS *removal* 40,5 g (30,22%) sedangkan pada reaktor B mempunyai nilai TS *removal* 12,5 g (10,92%). Data ini juga menunjukkan jumlah padatan total yang dapat terdegradasi selama proses pada reaktor A lebih banyak dari reaktor B. Jumlah padatan yang terdegradasi mempengaruhi jumlah produksi biogas dan metana. Inpurwanto (2012), menyatakan banyaknya nilai TS yang terdegradasi menunjukkan besarnya padatan yang berhasil dirombak yang merupakan bahan untuk membentuk biogas, maka produksi biogas akan semakin tinggi. Menurut Haryati (2006) menambahkan bahwa proses degradasi anaerobik dapat menurunkan nilai TS.

Nilai VS

Volatile solids adalah jumlah padatan yang hilang setelah terjadi proses pembakaran pada suhu 550°C (Telliard, 2001). Adapun nilai VS pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6, dilihat bahwa reaktor A memiliki nilai VS yang tinggi yaitu 104,48 g sedangkan reaktor B memiliki nilai VS awal 91,70 g. Tingginya nilai VS pada reaktor A dikarenakan memiliki material organik yang banyak dari limbah ikan dimana pada reaktor A memiliki komposisi limbah ikan yang lebih banyak dari eceng gondok. Sedangkan pada reaktor B memiliki nilai VS yang rendah karena material

organik lebih sedikit dimana pada reaktor B kandungan limbah ikan sangat sedikit dibandingkan eceng gondok.



Gambar 6. Nilai *Volatile Solids* (VS)

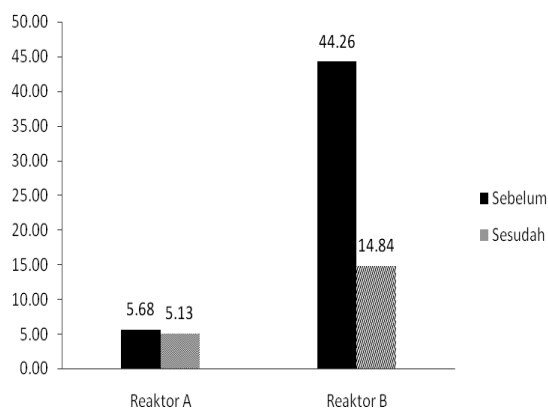
Nilai VS *removal* (persentase selisih VS awal dengan VS akhir pada reaktor) lebih tinggi dari nilai VS *removal* reaktor B. VS *removal* reaktor A yaitu 48,33 g (46,26%) sedangkan pada reaktor B mempunyai nilai VS *removal* 15,72 g (17,14%). Data ini menunjukkan bahwa jumlah VS dan TS pada reaktor A lebih banyak degradasi perombakan daripada reaktor B sehingga jumlah biogas dan metana yang dihasilkan lebih banyak. Proses degradasi bahan baku ditandai oleh biogas yang dihasilkan (Laili dan Wilujeng, 2012). Reduksi total solids dan volatile solids ini disebabkan perombakan bahan organik oleh aktivitas mikroorganisme (Ratnaningsih 2009).

Nilai Rasio Karbon Nitrogen (C/N)

Menurut Wahyuni (2013), rasio C/N merupakan hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen yang terdapat pada bahan organik dinyatakan dalam terminologi rasio karbon/nitrogen. Adapun rasio C/N pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7 dilihat bahwa pada reaktor B memiliki nilai rasio C/N awal jauh lebih tinggi dari reaktor A. Nilai rasio C:N pada reaktor B yaitu awal 44,26 dan akhir 14,84 sedangkan nilai rasio C/N pada reaktor A yaitu awal 5,68 dan akhir 5,13. Artinya bahwa reaktor B memiliki persentase karbon organik lebih tinggi dari persentase nitrogen. Hal ini dapat dimungkinkan oleh kandungan serat yang terdapat pada eceng gondok sebagai sumber karbon lebih banyak

dari substrat jeroan ikan gabus pada reaktor B. Sedangkan pada reaktor A dimana substrat jeroan ikan lebih banyak dari kandungan serat eceng gondok.



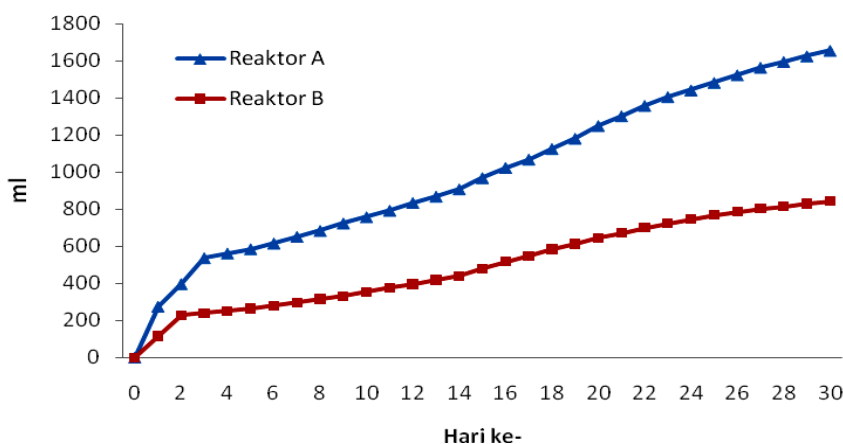
Gambar 7. Nilai rasio C/N *slurry*.

Kandungan serat pada gulma akuatik berupa eceng gondok (*E. crassipes*) sebesar 16,8 – 24,6 % (Astuti 2008). Hasil degradasi rasio C/N pada reaktor B lebih tinggi dari

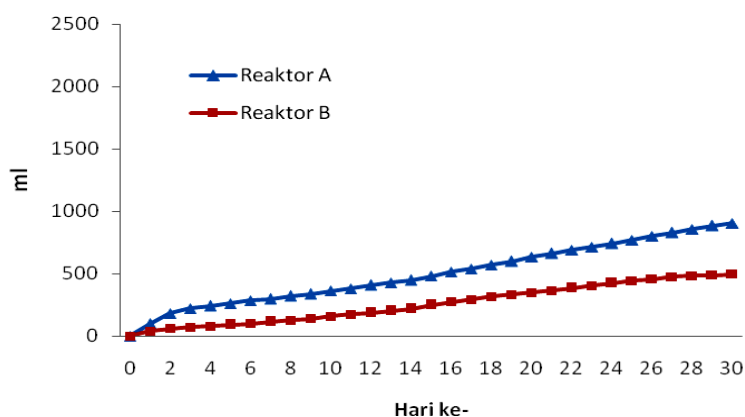
reaktor A. Pada reaktor B memiliki nilai degradasi 66,47% sedangkan pada reaktor A 9,6%. Tingginya daya reduksi pada reaktor B mungkin disebabkan banyaknya karbon organik yang terdapat pada eceng gondok dimanfaatkan oleh mikroorganisme selama proses fermentasi berjalan. Nilai rasio C/N dari masing-masing digester mengalami penurunan setelah mengalami proses fermentasi selama 30 hari. Hal ini disebabkan oleh unsur karbon dan bahan organik lainnya telah didekomposisi oleh bakteri. Unsur karbon dan bahan organik merupakan makanan pokok bagi bakteri anaerob (Yenni 2012).

Volume Produksi Biogas dan Metana

Berdasarkan data produksi biogas dan gas metana per hari, dapat diketahui akumulasi biogas selama proses fermentasi berlangsung. Data akumulasi biogas dan gas metana dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Grafik akumulasi volume produksi biogas.



Gambar 9. Grafik akumulasi volume produksi metana

Berdasarkan Gambar 8. data akumulasi biogas selama proses fermentasi selama 30 hari dapat diketahui volume biogas pada reaktor A dan reaktor B. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume biogas tertinggi terdapat pada reaktor A yaitu digester yang berisi pencampuran eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus (1:2) sedangkan volume biogas terendah terdapat pada reaktor B yaitu digester yang berisi pencampuran eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus (2:1).

Berdasarkan Gambar 9. data akumulasi gas metana selama proses fermentasi selama 30 hari dapat diketahui volume gas metana pada reaktor A dan reaktor B. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume gas metana tertinggi terdapat pada reaktor A yaitu digester yang berisi pencampuran eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus (1:2) sedangkan volume gas metana terendah terdapat pada reaktor B yaitu digester yang berisi pencampuran eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus (2:1).

Hasil penelitian yang telah didapat dari pengujian ini adalah data volume biogas dan volume metana yang diproduksi berdasarkan jumlah dan parameter slurry dengan perbedaan komposisi pada perbandingan antara biomassa eceng gondok dengan limbah jeroan ikan gabus. Data volume biogas dan metana dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Akumulasi volume biogas dan metana

Reaktor	Volume Biogas (ml/ 250 g <i>slurry</i>)	Volume Metana (ml/ 250 g <i>slurry</i>)
A	1656	904
B	841	496

Keterangan: Volume biogas dan metana sama dengan jumlah larutan *barrier* yang terpindahkan.

Tabel 2 menjelaskan bahwa pengujian yang menggunakan *slurry* sebanyak 250 g dengan perbandingan eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus dimana di dapat volume biogas dan metana yakni 1.656 dan 904 ml/ 250 g *slurry* pada reaktor A dan 841 dan 496 ml/ 250 g *slurry* pada reaktor B. Dari data di atas menunjukkan bahwa produksi biogas dan metana pada reaktor A dengan komposisi substrat biomassa eceng gondok dan jeroan 1:2 menghasilkan biogas yang

lebih banyak daripada reaktor B dengan perbandingan substrat eceng gondok dan jeroan 2:1. Tingginya produksi biogas pada reaktor A mungkin dikarenakan tingginya kandungan bahan organik yang mudah menguap pada limbah ikan sehingga hasil produksi biogas yang dihasilkan lebih banyak dari reaktor B yang memiliki kandungan bahan organik yang mudah menguap yang sedikit pada limbah ikan. Menurut Ratnaningsih *et al.* (2009) jumlah produksi biogas yang sangat kecil menunjukkan bahwa telah terjadi proses degradasi yang tidak maksimal. Menurut Dwi dan Rukmanasari (2011), banyak faktor yang mempengaruhi jumlah volume biogas yang dihasilkan diantaranya suhu mesofilik, pH netral, rasio C/N, COD, BOD, *total solid* (TS), dan *volatile solid* (VS).

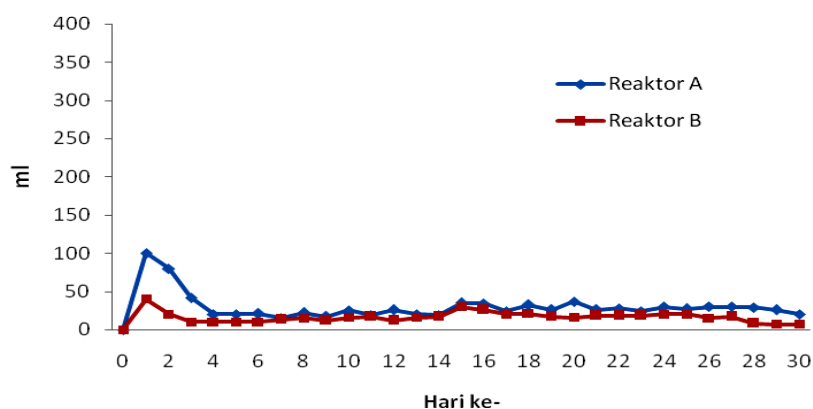
Kandungan gas metana reaktor A 54,58% dan kandungan gas metana pada reaktor B 58,97%. Tingginya kandungan gas metana pada reaktor B diduga karena nilai rasio C/N pada perlakuan ini lebih tinggi dibandingkan rasio C/N pada reaktor B, sehingga tahap asidogenesis pada digester uji pada reaktor B menghasilkan asam asetat lebih tinggi dibandingkan dengan digester uji reaktor A. Hal ini sejalan dengan Kresnawaty *et al.* (2008) yang menyatakan proses fermentasi pada tahap asidogenesis akan menghasilkan asam asetat, propionate dan butirat. Wahyuni (2013), menyatakan bahwa standar kandungan gas metana dalam biogas berkisar antara 50-60%.

Pembentukan Biogas dan Metana per Hari

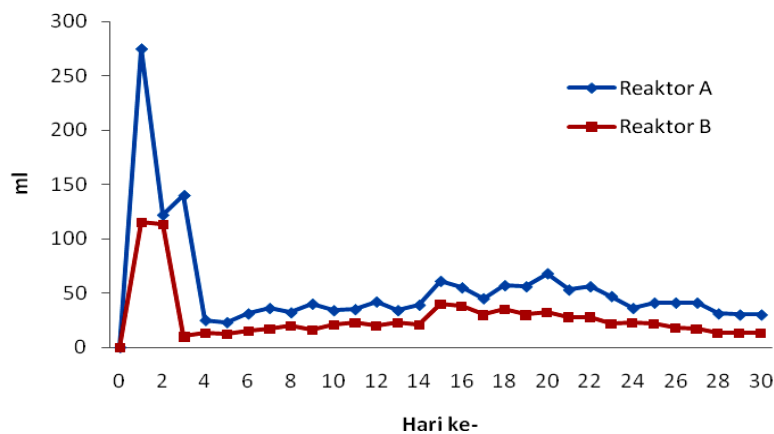
Jumlah pembentukan biogas dan metana per kg *slurry* per hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11. Gambar 10 menunjukkan bahwa proses produksi metana tertinggi pada hari ke-1 yang selanjutnya terjadi penurunan. Pada hari ke-14 terjadi peningkatan pada jumlah metana yang diproduksi antara reaktor A dan B. Pada minggu ke-3 terjadi peningkatan jumlah metana yang diproduksi reaktor A dan B. Bakteri fermentasi penghasil biogas pada reaktor A dan B bekerja lebih aktif pada minggu ke-3. Pada minggu ke-4 produksi

jumlah biogas mengalami penurunan. Gambar 11 menunjukkan bahwa proses produksi biogas tertinggi pada hari ke-1 yang selanjutnya terjadi penurunan. Pada hari ke-7 hingga ke-14 terjadi peningkatan pada jumlah biogas yang diproduksi antara reaktor A dan B. Pada minggu ke-3 terjadi peningkatan jumlah biogas yang diproduksi reaktor A dan B. Bakteri fermentasi penghasil biogas pada reaktor A dan B bekerja lebih aktif pada minggu ke-2 dan ke-3. Pada minggu ke-4 produksi jumlah biogas dan metana

mengalami penurunan. Hal yang mungkin terjadi bakteri fermentasi penghasil biogas pada reaktor A dan B sudah tidak bekerja lebih aktif dikarenakan beberapa faktor, baik itu faktor internal (sumber nutrisi pada *slurry*) ataupun eksternal (suhu). Laju pembentukan biogas mengalami naik turun hal ini dikarenakan proses anaerob sangat tergantung oleh aktivitas mikroorganisme yang sangat rentan terjadinya fluktuasi (Winarni *et al.* 2011).



Gambar 10. Grafik pembentukan metana per hari.



Gambar 11. Grafik pembentukan biogas per hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi anaerob pada eceng gondok dan limbah ikan gabus (*Channa striata*) dengan perbandingan (1:2) berpotensi sebagai energi alternatif berupa biogas. Volume biogas dan metana paling banyak

diproduksi pada reaktor A dengan komposisi substrat eceng gondok dan limbah jeroan ikan gabus (*Channa striata*) 1:2 yaitu 1656 ml dan 904 ml sedangkan persentase metana tertinggi yaitu pada reaktor B sebanyak 58,97%. Suhu seluruh digester uji pada kisaran suhu mesofilik yaitu 26-32°C dengan kisaran pH optimum 6,62 – 7,43.

DAFTAR PUSTAKA

- Addy K, Green L, dan Herron E. 2004. *pH and Alkalinity*. Department of Natural Resources Science (NRS) Coastal Institute in Kingston, 1 Greenhouse Road, Kingston, Rhode Island.
- Astuti RD. 2008. *Analisis Kandungan Nutrisi pada Eceng Gondok*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- Chanakya H, Borgaonkar, Rajan, dan Wahi. 1993. Two-phase anaerobic digestion of water hyacinth or urban garbage. *Bioresource Technology* 42 :123–131.
- Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. 2009. *Pemanfaatan Limbah dan Kotoran Ternak menjadi Energi Biogas*. Seri Bioenergi Perdesaan, Departemen Pertanian.
- Esposito G, Frunzo L, Liotta L, Panico A, dan Pirozzi F. 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.
- Ghosh S, Henry MP, dan Christopher RW. 1984. Hemicellulose conversion by anaerobic digestion. institute of gas technology dan united gas pipe line company. *Biomassa* 6: 257-258.
- Hamilton WD. 2012. *Anaerobic Digestion of Animal Manures: Methane Production Potential of Waste Materials*. Oklahoma Cooperative Extension Service. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University.
- Haryati T. 2006. Biogas: Limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternatif. *Jurnal Wartazoa* 6(3):160-169.
- Inpurwanto. 2012. Produksi biogas dari limbah peternakan ayam dengan penambahan beban organik dan waktu tinggal hidraulik pada biodigester anaerob sistem kontinyu. [Tesis]. Surakarta: Program Pascasarjana. Universitas Sebelas Maret.
- Kashani AK. 2009. Application of various pretreatment methods to enhance biogas potential of waste chicken feathers. [Tesis]. School of Environmental Engineering, University of Boras.
- Kresnawaty I, Susanti I, Siswanto, dan Panji T. 2008. Optimasi produksi biogas dari limbah lateks cair pekat dengan penambahan logam. *Jurnal Menara Perkebunan* 76(1): 23-25.
- Laili N dan Wilujeng SA. 2012. Pengaruh pengaturan ph dan pengaturan operasional dalam produksi biogas dari sampah. Surabaya: FTSP-ITS
- Muharram F, Thamrin, dan Saiful B. 2013. *Pengolahan Limbah Ikan Patin Menjadi Biodiesel*. Riau: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau.
- Murniyati A dan Sunarman. 2000. *Pendinginan Pembekuan dan Pengawetan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Padmono dan Susanto. 2007. Biogas sebagai energi alternatif antar mitos dan fakta ilmiah. *Jurnal Teknik Lingkungan* 8(1): 34-42.
- Parajuli P. 2011. *Biogas Measurement Techniques and the Associated Error*. [Tesis]. Departement of Biological and Environmental Science Renewable Energy Programme, University of Jyväskylä.
- Ratnaningsih, Widyatmoko H, dan Yananto T. 2009. Potensi pembentukan biogas pada proses biodegradasi campuran sampah organik segar dan kotoran sapi dalam batch reaktor anaerob. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 5(1): 20-26.
- Saputri dan Yulinah. 2010. Pemanfaatan biomassa eceng gondok dari kolam pengolahan greywater sebagai penghasil biogas. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil, ITS.
- Sharifani S. dan Soewondo P. 2009. degradasi biowaste fasa cair, slurry, dan padat dalam reaktor batch anaerob sebagai bagian dari mechanical biological treatment. Bandung: Fakultas Sipil Dan Teknik Lingkungan, Institute Teknologi Bandung.

- Shilapour A dan Smith P. 1984. Conversion of biomass into methane. *Biomass* 6: 85-94.
- Telliard, A.W. 2001. *Method 1684: Total, Fixed, and Volatile Solids in Water, Solids, and Biosolids*. EPA Office of Water, Engineering and Analysis Division. Washington, DC.
- Umaly, R. C. Dan Ma L.A. Cuvin. 1988. *Limnology: Laboratory and field guide, Physico-chemical factors, Biological factors*. National Book Store, Inc. Publishers. Metro Manila.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2001. *Biosolids Technology Fact Sheet, In-vessel Composting of Biosolids*. EPA 832-F-00-061, US .EPA Washington D.C
- Wagiman. 2007. Identifikasi potensi produksi biogas dari limbah cair tahu dengan reaktor upflow anaerobic sludge blanket (UASB). Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian, UGM.
- Wahyuni S. 2013. *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Widodo TW. 2007. Biogas untuk generator listrik skala rumah tangga. *Jurnal Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 29(2): 3-10.
- Winarni P, Trihadiningrum Y, Suprijanto. 2011. *Produksi Biogas dari Eceng Gondok*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Yadvika S, Sreekrishnan TR, Kohli S, Rana V. 2004. Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques - A Review. *Bioresource Technology* 95: 1-10.
- Yenni Y, Dewilda, dan Sari SM. 2012. Uji pembentukan biogas dari substrat sampah sayur dan buah dengan ko-substrat limbah isi rumen sapi. *Jurnal Teknik Lingkungan* 9(1): 26-36.
- Yonathan, Avianda R, Pramudono B. 2013. *Produksi Biogas dari Eceng Gondok (Eichhornia crassipes): Kajian Konsistensi dan pH terhadap Biogas Dhasilkan*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro.