

STUDI PENGARUH METODE L-AD (*LIQUID ANAEROBIC DIGESTION*) DAN SS-AD (*SOLID-STATE ANAEROBIC DIGESTION*) TERHADAP PRODUKSI BIOGAS DAUN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*)

Fabiola Natalyn^{*}, Winardi Dwi Nugraha^{}, Syafrudin^{**}**

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Email: fabiolanatalyn@gmail.com

Abstrak

Digestasi anaerobik adalah proses biokimia tanpa oksigen yang menguraikan senyawa organik kompleks oleh berbagai jenis mikroba anaerobik dan menghasilkan biogas. Salah satu senyawa organik kompleks yang dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan biogas adalah eceng gondok. Pada proses digestasi anaerobik diklasifikasikan menjadi dua metode berdasarkan kandungan total solidnya (TS) yaitu liquid anaerobic digestion (L-AD) untuk kandungan TS < 15% dan solid-state anaerobic digestion (SS-AD) untuk kandungan TS > 15%. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan metode yang terbaik untuk mengolah eceng gondok menjadi biogas. Pada penelitian ini dilakukan variasi total solid sebesar 24,13% dan 17,67% untuk metode SS-AD dan 7,67% dan 3,38% untuk metode L-AD. Pengukuran pada penelitian ini dilakukan selama 60 hari dengan kondisi suhu ruangan 26-28° C. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kedua metode memberikan pengaruh terhadap produksi biogas. Yield biogas yang dihasilkan dengan metode SS-AD dengan TS 24,13% dan 17,67% adalah 34,79 ml/grTS dan 52,98 ml/grTS. Dan Yield biogas yang dihasilkan dengan metode L-AD dengan TS 7,67% dan 3,38% secara berturut-turut adalah 177,33 ml/grTS dan 369 ml/grTS. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa untuk mengolah eceng gondok menjadi biogas metode L-AD lebih baik daripada metode SS-AD.

Kata kunci: Biogas, Digestasi anaerobik, Eceng gondok, Kandungan total padatan

Abstract

[Study on the Influence of L-AD (Liquid Anaerobic Digestion) and SS-AD (Solid-state Anaerobic Digestion) Methods to Biogas Production from Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*)] Anaerobic digestion is a biochemical process without oxygen that breaks down the complex organic compounds by different types of anaerobic microbes and produces biogas. One of the complex organic compounds that can be used to make biogas is water hyacinth. Anaerobic digestion is classified into two methods based on their total solid (TS) content. Liquid anaerobic digestion for material with total solid (TS) < 15% and Solid-state anaerobic digestion for material with total solid (TS) > 15%. The aims of this study was to determine the best method to process water hyacinth into biogas. The kinetic of biogas production was also examined in this study. The study is done by giving the variation of TS ratio for SS-AD method were 24,13% and 17,67% for L-AD methods were 7,67% and 3,38%. The measurement in this research was done after 60 days with temperature 26-28°C. The result of this study showed that both methods gave effect to the production of biogas. Biogas production from SS-AD method were 34,79ml/grTS for TS 24,13% and 52,98 ml/grTS for TS 17,67% and the biogas production from L-AD method are 177,33 ml/grTS for TS 7,67 and 369 ml/grTS for TS 3,38%. From this study, it is obtained that to process water hyacinth into biogas the L-AD methods was better than the SS-AD method.

Keywords: Biogas, Anaerobic digestion, Water hyacinth, Total solid



1. PENDAHULUAN

Energi memiliki manfaat penting sebagai penunjang kehidupan manusia. Jumlah penduduk dunia yang terus bertambah, perkembangan teknologi serta kegiatan ekonomi dunia yang pesat mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan energi secara global. Di Indonesia ketergantungan terhadap energi fosil terutama minyak bumi dalam pemenuhan konsumsi di dalam negeri masih tinggi yaitu 96% dari total konsumsi dan upaya memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan belum berjalan sebagaimana direncanakan. Berdasarkan Outlook energi 2014, secara umum total kebutuhan energi final di Pulau Jawa di proyeksikan meningkat dari 7 juta TOE pada tahun 2013 menjadi 156 juta TOE pada tahun 2025 dan 504 juta TOE pada tahun 2050 atau meningkat dengan laju pertumbuhan sebesar 5,3% per tahun. Menurut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral kebutuhan energi tersebut akan terus meningkat dan baru akan mengalami perlambatan pada tahun 2020, jika diterapkan standar lingkungan yang lebih ketat kebutuhan energi primer hanya tumbuh sebesar 11%. Kebutuhan energi untuk sektor industri pada tahun 2025 terjadi peningkatan sekitar 55% dari jumlah total kebutuhan energinya. Di tahun tersebut, industri akan membutuhkan gas alam sebanyak 1.553 juta mmbtu dan batubara sebanyak 53,71 juta ton (Priyanto, 2014). Hal ini akan berpengaruh terhadap harga bahan bakar tersebut yang kebutuhannya semakin naik dan memungkinkan terjadinya kelangkaan terhadap energi. Maka dari itu perlu adanya suatu energi alternatif untuk mengatasi kemungkinan terjadinya kelangkaan energi.

Biogas adalah salah satu energi terbarukan yang dapat menghasilkan panas, listrik, juga dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar kendaraan. Biogas dapat digunakan untuk berbagai keperluan sesuai dengan sifat gas alam. Pembuatan biogas merupakan hasil proses digestasi anaerobik. Digestasi anaerobik adalah proses biokimia tanpa oksigen yang menguraikan senyawa organik kompleks

oleh berbagai jenis mikroba anaerobik. Proses digestasi anaerob diklasifikasikan menjadi dua berdasarkan kandungan *total solid* (TS) yaitu *liquid anaerobic digestion* (L-AD) dan *solid-state anaerobic digestion* (SS-AD) (Mirmohamadsadeghi *et al.*, 2014). *Liquid anaerobic digestion* (L-AD) digunakan pada kandungan *total solid* <0,5-15%, sedangkan untuk bahan dengan kandungan *total solid* >15% menggunakan proses *solid-state anaerobic digestion* (SS-AD) (Zhu *et al.*, 2010).

Bahan baku untuk produksi biogas diperoleh dari biomassa lignoselulosa dan berbagai macam limbah organik seperti: kotoran binatang, limbah air industri dan *municipal solid state* (Tuesorn *et al.*, 2013; Liew *et al.*, 2012). Salah satu bahan baku biomassa lignoselulosa adalah limbah pertanian. (Zhong *et al.*, 2011).

Salah satu limbah pertanian yang dapat digunakan adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Pertumbuhan eceng gondok dinilai sangat cepat dan dirasakan sangat merugikan karena sifat eceng gondok yang menutupi permukaan air akan menyebabkan kandungan oksigen berkurang. Akan tetapi eceng gondok dapat dimanfaatkan dalam produksi biogas karena memiliki kandungan amilum dan hemiselulosa yang besar dibandingkan komponen organik tunggal lainnya.

Berdasarkan Brown dan Li (2013) biogas dari bahan baku biomassa lignoselulosa tepat untuk diproduksi dengan metode SS-AD karena konsentrasi *total solid* pada biomassa lignoselulosa >15% dan memiliki kandungan *moisture* rendah. Berdasarkan Malik (2006) eceng gondok mengandung 95% air dan menjadikannya terdiri dari jaringan yang berongga, alasan inilah yang menyebabkan metode L-AD baik diterapkan terhadap eceng gondok karena kandungan TS-nya yang relatif rendah.

Metode dalam mengolah eceng gondok menjadi biogas adalah sesuatu yang dapat direkayasa maka dari itu studi mengenai metode dalam mengolah eceng gondok

menjadi biogas menjadi penting untuk dipelajari karena mempengaruhi hasil biogas yang akan diproduksi, maka peneliti mengambil judul penelitian “Studi Pengaruh Metode L-AD (*Liquid Anaerobic Digestion*) dan SS-AD (*Solid-State Anaerobic Digestion*) Terhadap Produksi Biogas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)” untuk mengetahui pengaruh metode tersebut terhadap laju produksi biogas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Desember 2016 hingga Maret 2017 di Laboratorium Rekayasa Pengolahan Limbah, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Uji Kandungan TS Eceng Gondok

Analisis kandungan total padatan (total solid/TS) dengan metode standar APHA

- Cawan dikeringkan pada temperatur 103-105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dan disimpan pada desikator sampai cawan akan digunakan.
- Berat cawan ditimbang dan dicatat.
- Sample dimasukkan ke cawan sebanyak 25-50 g dan ditimbang, kemudian dikeringkan di dalam oven pada temperatur 103-105°C selama 1 jam.
- Sample yang telah dikeringkan kemudian didinginkan pada desikator dan ditimbang sampai beratnya berkurang 4% atau 50 mg.

$$\% \text{ total solids} = \frac{(A - B) \times 100}{C - B}$$

Keterangan:

A = berat sample yang telah dikeringkan + cawan (mg)

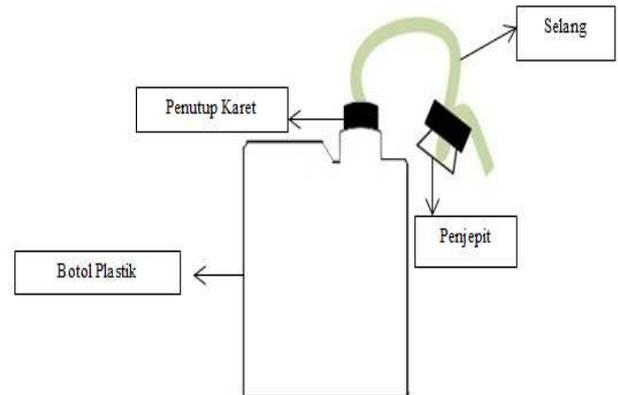
B = berat cawan (mg)

C = berat sample basah + cawan (mg)

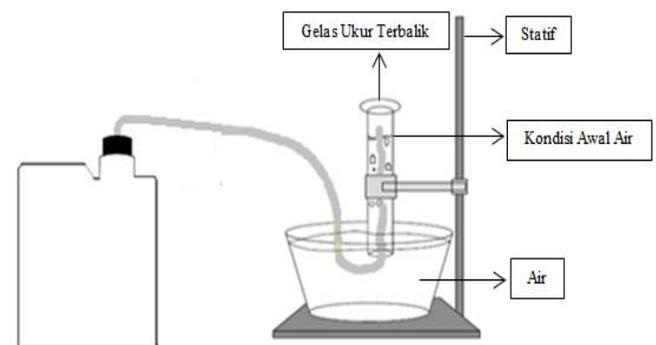
Operasional Penelitian

- Eceng gondok dipotong dengan ukuran $\pm 2,5$ cm
- Kemudian dilakukan proses penjemuran selama 1 hari dan 2 hari untuk variasi metode SS-AD
- Untuk metode L-AD hanya dilakukan pengenceran dengan air

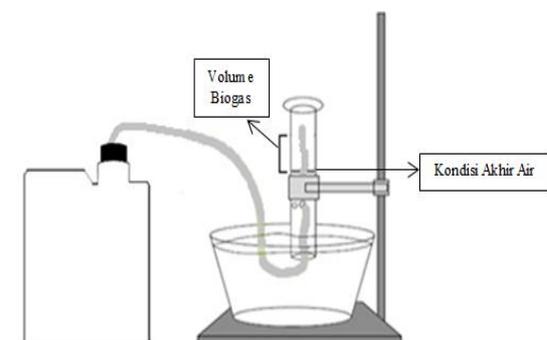
- Setelah itu eceng gondok dicampur dengan rumen sebagai sumber bakteri.
- Sampel yang telah siap dalam reaktor ditutup rapat agar tercipta kondisi anaerobik dan siap dioperasikan
- Tunggu hingga reaktor menghasilkan biogas.
- Pengukuran dilakukan setiap 2 hari sekali selama 60 hari.



Gambar 1. Desain Reaktor



Gambar 2. Kondisi Awal Pengukuran



Gambar 3. Kondisi Akhir Pengukuran

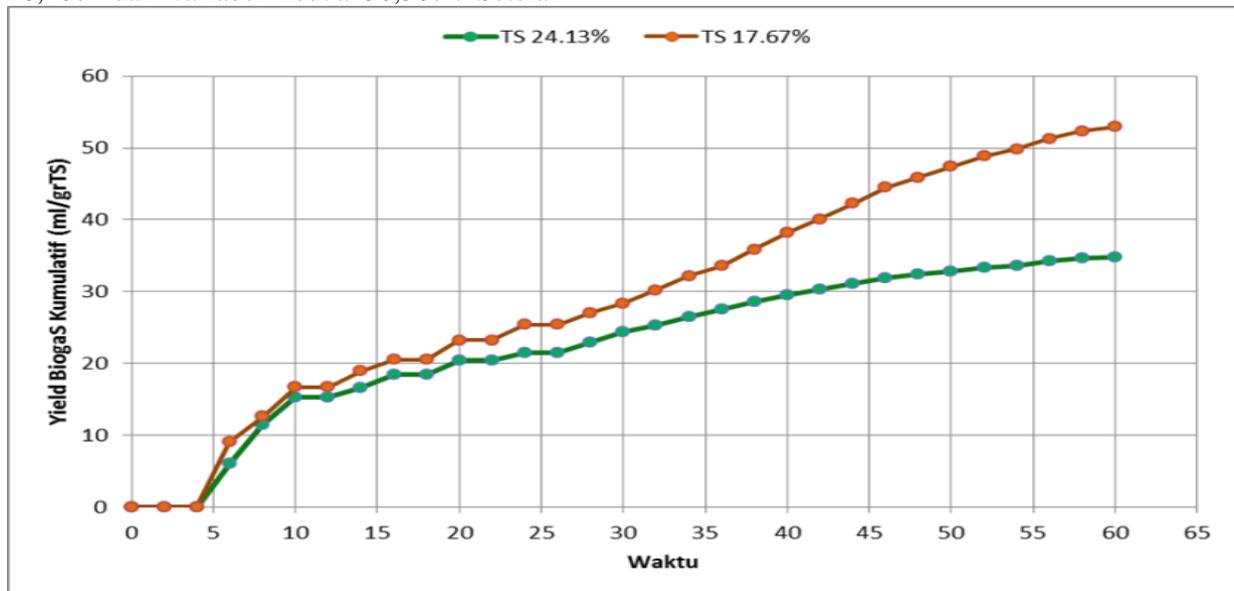
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Penggunaan Metode SS-AD Terhadap Produksi Biogas

Metode SS-AD (*Solid state anaerobic digestion*) adalah metode penguraian secara anaerobik yang digunakan untuk bahan yang memiliki kandungan *total solid* > 15%. Pada penelitian ini untuk membuat kandungan *total solid* meningkat metode yang digunakan adalah dengan penjemuran. Daun eceng gondok dari Rawa Pening memiliki kandungan *total solid* awal sebesar 13,52%. Kemudian untuk variabel pertama dilakukan penjemuran selama 2 hari dan untuk variabel kedua dilakukan penjemuran selama 1 hari. Setelah itu daun eceng gondok yang telah di jemur kembali diperiksa kandungan *total solidnya* dan didapatkan untuk variabel pertama sebesar 48,26% dan variabel kedua 36,36%. Setelah

itu eceng gondok yang telah dijemur ditambahkan rumen dengan perbandingan 1:1. Kandungan *total solid* yang didapatkan untuk variabel pertama setelah ditambahkan rumen adalah 24,13% dan untuk variabel kedua adalah 17,67%. Pada metode ini tidak digunakan penambahan air sama sekali

Pada Gambar 4. akan ditunjukkan hasil produksi secara kumulatif dengan satuan per grTS. Untuk variabel dengan TS 24,34% hasil yang didapatkan adalah sebesar 34,79 ml/grTS dan untuk variabel 17,67% hasil yang didapatkan adalah 52,98%



Gambar 4. Yield Biogas Kumulatif (ml/grTS) dengan Metode Metode SS-AD

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa TS 17,67% memproduksi biogas lebih banyak daripada biogas dengan TS 24,13% hal ini sesuai dengan hasil yang dilaporkan oleh Fernández *et al* (2008) yaitu biogas dengan kandungan TS 20% menghasilkan produksi lebih tinggi daripada dengan kandungan 30%. Selain itu Forster Cameiro *et al* (2008) juga melaporkan bahwa *yield* biogas kumulatif terendah diperoleh pada kandungan TS tertinggi selama proses *digestion* dari limbah makanan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Jha, *et al* 2013 juga melaporkan bahwa kandungan TS yang terlalu tinggi menyebabkan produksi asam organik pada tahap awal *digestion* lebih cepat dibandingkan

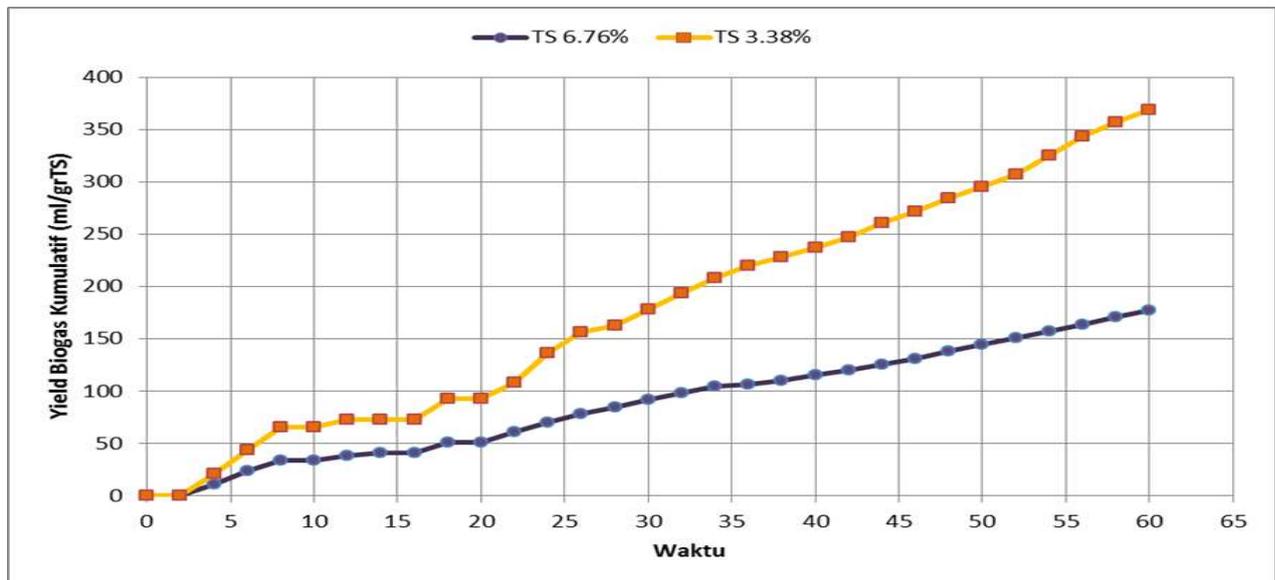
dengan kecepatan konsumsi asam organik oleh bakteri metanogen. Hal ini terlihat pada Gambar 4 dimana produksi biogas tinggi pada hari kedua kemudian menurun pada hari-hari setelahnya. Lin *et al* (2014) menyatakan bahwa kandungan TS yang terlalu tinggi dapat menyebabkan aktivitas bakteri metanogen terhambat dan menurunkan produksi biogas.

3.2 Pengaruh Penggunaan Metode L-AD Terhadap Produksi Biogas

Metode L-AD (*Liquid anaerobic digestion*) atau yang sering disebut dengan *wet digestion* adalah metode penguraian secara anaerobik yang digunakan untuk bahan yang memiliki kandungan *total solid* < 15%. Metode

L-AD dengan bahan baku eceng gondok dilakukan dengan dua variabel, variabel pertama yaitu hanya dengan penambahan rumen dan variabel yang kedua dengan penambahan rumen serta air. Kandungan *total solid* awal pada eceng gondok adalah

13,52. Kemudian setelah dilakukan variasi didapatkan kandungan total solid untuk variabel pertama adalah sebesar 6,76% dan untuk variabel kedua adalah 3,38%.



Gambar 5. Yield Biogas Kumulatif (ml/gr) dengan Metode L-AD

Gambar 5. menunjukkan hasil produksi biogas secara kumulatif mulai hari ke-1 hingga hari ke-60 penelitian. Pada gambar 4.4 ditunjukkan total produksi dari kedua variabel meningkat setiap harinya hingga hari ke 60. Pada gambar 5 juga memperlihatkan hasil akhir dari produksi biogas dengan variabel TS 6,76% adalah sebanyak 177,33 ml/grTS dan untuk variabel dengan TS 3,38% adalah sebanyak 369 ml/grTS.

Pada penelitian ini untuk mendapatkan kandungan *total solid* yang rendah dilakukan penambahan rumen pada variabel pertama, dan untuk variabel kedua ditambahkan dengan air dan rumen. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Astuti (2013) yang menyatakan bahwa bahan isian harus mengandung bahan kering sekitar 6-9%. Keadaan ini dapat dicapai dengan melakukan pengenceran.

Jumlah produksi biogas terbanyak dihasilkan dengan metode L-AD dengan menggunakan TS 3,38% yang berasal dari

campuran eceng gondok, air dan rumen. Hal ini sesuai dengan laporan yang diberikan oleh Roy Renatha Saputro (2009) Dimana penambahan cairan rumen dan air dengan perbandingan 1 : 1 : 1 memberikan hasil yang paling maksimal disebabkan karena pada variabel tersebut memberikan imbalanced komposisi yang seimbang antara jumlah substrat, air, dan starter. Dalam laporannya, beliau juga menyatakan bahwa kadar air lebih banyak sangat membantu pada proses hidrolisis dan asidogenesis, dan juga ketersediaan air lebih banyak untuk waktu yang lebih lama sehingga produksi biogas dapat berlangsung lama. Menurut Roy Renatha Saputro pada proses perubahan asam-asam organik menjadi asam asetat dibutuhkan molekul-molekul air yang eksekutif maka dengan penambahan air akan meningkatkan pembentukan asam asetat yang nantinya akan diubah menjadi gas metana pada tahap selanjutnya. Dengan demikian adanya

penambahan semakin banyak air dalam sistem produksi biogas akan meningkat.

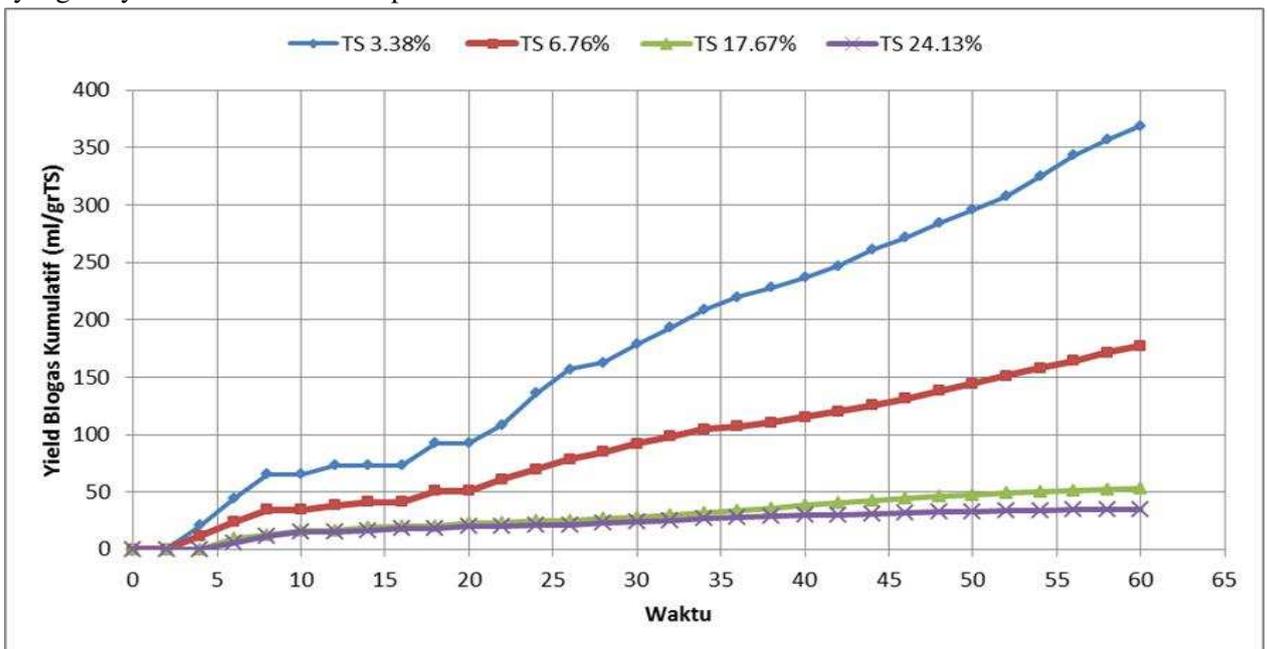
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ayu Suci Lestari (2014) menyatakan bahwa perbedaan kadar air yang besar akan meningkatkan produksi biogas karena kadar air bahan sangat penting dalam proses fermentasi produksi biogas, akan tetapi apabila kadar air terlalu besar mengakibatkan terjadinya peningkatan konsentrasi oksigen yang bersifat racun bagi bakteri anaerob.

Akbar Wahyudi (2013) telah melakukan penelitian tentang pengaruh komposisi air dalam pembentukan biogas dari eceng gondok dimana hasil yang didapatkan adalah bahwa pada digester 1 dengan komposisi perbandingan eceng gondok, feses sapi dan air sebanyak 2,5kg:2,5kg:7,5liter menghasilkan lebih banyak gas dibandingkan digester 2 dengan perbandingan eceng gondok : feses sapi dan air adalah 2,5kg:2,5kg:8,75 liter. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diketahui bahwa eceng gondok dan air dapat meningkatkan jumlah volume biogas yang dihasilkan sebanyak 16% jika dibandingkan gas yang hanya berasal dari feses sapi.

Tingkat produksi dari variabel dengan *total solid* rendah karena adanya penambahan air juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Triakuntini (2013) yang meneliti tentang pengaruh pengenceran dan pengadukan pada produksi biogas dari limbah rumah makan dengan menggunakan *starter* ekstrak rumen sapi. Pada penelitian ini digunakan 10 reaktor dengan jumlah limbah 4 kg dan rumen 1,5L dengan variasi penambahan air sebanyak 6000 ml, 4000 ml, 2600 ml, 1500 ml dan 67 ml. Dan reaktor dengan pengenceran 6000ml menghasilkan gas terbanyak.

3.2 Perbandingan Pengaruh Penggunaan Metode L-AD dan SS-AD Terhadap Produksi Biogas

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode mana yang dapat memproduksi biogas lebih baik dengan menggunakan bahan baku eceng gondok. Variasi yang digunakan adalah kandungan *total solid* didalam reaktor. Kandungan *total solid* yang digunakan adalah 6,76%, 3,38%, 17,67%, dan 24,13%.



Gambar 6. Perbandingan Yield Biogas Kumulatif dengan Metode L-AD dan SS-AD (ml/grTS)

Pada Gambar 6. terdapat perbandingan jumlah produksi biogas yang memiliki variasi metode SS-AD dan L-AD dengan bahan baku eceng gondok dengan satuan TS berturut-turut 24,13%, 17,67%, 6,78% dan 3,38% yaitu 38,86 ml/grTS, 56,53 ml/grTS, 183 ml/grTS dan 379,78 ml/grTS.

Gambar 6. menunjukkan bahwa produksi dengan Metode SS-AD dengan kandungan TS 24% menghasilkan produksi paling kecil, hal ini serupa dengan penelitian oleh Jha *et al* (2013) yang menyatakan bahwa kandungan TS yang terlalu tinggi dapat menyebabkan produksi asam organik pada tahap awal *digestion* lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan konsumsi asam organik oleh bakteri metanogen. Hal tersebut menyebabkan aktivitas bakteri metanogen terhambat dan menurunkan produksi biogas (Lin *et al*, 2014; Yao *et al*, 2014).

Pada kandungan TS yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan inhibisi pada tahap hidrolisis yang disebabkan oleh transfer massa yang terbatas antara mikroba dan bahan baku. Produk dari tahap hidrolisis telah berakumulasi di permukaan substrat karena transfer masa yang terbatas, akhirnya menghambat penyerapan enzim hidrolitik. Transfer massa yang terbatas membuat jumlah produk hidrolisis yang tersedia untuk mikroba acidogenic terbatas sehingga menurunkan jumlah produk yang dihasilkan pada tahap acidogenesis untuk dikonversi menjadi biogas pada tahap metanogenesis (Sheets *et al*, 2015). Verma (2002) menjelaskan bahwa pengurangan volume produksi biogas dapat terjadi apabila kandungan TS pada digester ditingkatkan.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini serupa dengan penelitian oleh Pratiwi (2013) yang melakukan penelitian produksi biogas dengan limbah cair alkohol/vinasse dengan kandungan TS sebesar 27,86%, 13,93%, 9,28%, 6,96%, 5,57%, dan 4,64% dimana hasil produksi tertinggi terdapat pada rentang TS sebesar 4,64-5,57% dengan jumlah produksi biogas sebesar 27,22-30,15 ml/gr TS. Berdasarkan penelitian tersebut produksi biogas dengan kandungan TS 27,86%, 13,93% dan 9,288% rendah dikarenakan adanya *overloading*, semakin banyak TS terkandung akan semakin memudahkan terjadinya penurunan pH dan semakin sedikit TS, sangat

kecil kemungkinan untuk terjadi penurunan pH. Menurut Soeprijanto *et al* (2010) adanya kelebihan substrat yang diumpkan kedalam bioreaktor menyebabkan bakteri asidogen dan asetogen semakin aktif dan cepat tumbuh sehingga menyebabkan ketidak seimbangan antara asidogenesis dan metanogenesis. Bahan yang mengandung TS kecil lebih cepat terurai membuat bakteri metanogenesis dapat bekerja optimal dalam memproduksi biogas karena penurunan pH kecil. Budiyono (2013) juga melakukan penelitian dengan menggunakan variasi *total solid* 27,91%, 14,005%, 9,31% dan 7,01% berdasarkan penelitian tersebut produksi biogas terbesar dihasilkan oleh kandungan TS 7,01%. Akan tetapi hal ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Chen *et al* (2014) yang melaporkan bahwa produksi biogas dengan SS-AD (Kandungan TS 15% dan 20%) lebih tinggi dibandingkan dengan L-AD (Kandungan TS 5% dan 10%) selama *digestion* dari limbah makanan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan tingginya produksi yang ada pada variabel dengan kandungan *total solid* 3,38% juga dipengaruhi dengan adanya penambahan air untuk menurunkan kandungan *total solid* dari eceng gondok. Dari keempat variabel hanya variabel TS 3,38% yang diberikan air. Penggunaan air ternyata juga memberikan pengaruh terhadap jumlah produksi biogas yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Budiharjo (2009) yang melakukan penelitian terhadap pengaruh pengenceran terhadap produksi biogas dan menyimpulkan bahwa variasi dengan kombinasi *feeding* biostarter dan *feeding* air mampu menghasilkan volume biogas kumulatif dan konsentrasi gas metana lebih besar dibandingkan dengan variasi blanko (tanpa adanya kombinasi *feeding* biostarter dan *feeding* air).

3.3 Laju Produksi Biogas dari Eceng Gondok

Pada penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan laju produksi biogas dengan bahan baku eceng gondok. Dalam pembahasan ini konstanta laju produksi biogas dinyatakan dalam (U) (ml/grTS). Sementara untuk produksi biogas maksimum dinyatakan dalam A (ml/grTSHari). Dan untuk waktu minimum terbentuknya biogas dinyatakan dalam (λ) (hari). Data yang telah didapatkan

kemudian diolah secara numerik dengan regresi non linear dengan menggunakan Polymath 6.0. Data hasil analisis produksi *yield* biogas dari biomassa eceng gondok menggunakan metode SS-AD dengan software Polymath 6.0.

Tabel 1. Konstanta Kinetika pada Pengaruh Metode SS-AD terhadap Produksi biogas

Variabel	A (ml/grTS)	U (ml/grTS. hari)	λ (hari)
TS 24,13%	33,2587	0,954351	0,9999786
TS 17,67%	66,459020	0,9827443	0,9999887
TS 6,76 %	237,658	3,23472	2,95568
TS 3,38 %	519,7400	6,925822	5,134535

A : produksi biogas maksimum

U : laju produksi biogas

λ : waktu minimum terbentuknya

Pada tabel 1. terlihat bahwa metode SS-AD memberikan pengaruh yang nyata terhadap konstanta kinetika produksi biogas. Secara berturut-turut konstanta kinetika biogas dari eceng gondok yang terbentuk dengan metode SS-AD dengan variabel TS 24,13% adalah sebagai berikut produksi biogas maksimum (A), laju produksi biogas (U) dan waktu minimum terbentuknya biogas (λ) sebesar 33,25876 (ml/grTSHari) ; 0,954351 (ml/grTS) dan 0,99997 hari. Dan untuk variabel dengan TS 17,67% secara berturut-turut produksi biogas maksimum (A), laju produksi biogas (U) dan waktu minimum terbentuknya biogas (λ) adalah 66,45902 (ml/grTSHari); 0,98274 (ml.grTS) dan 0,99998 hari.

Kemudian pada tabel 1. terlihat pengaruh perlakuan dengan metode L-AD dengan variasi TS 6,76% dan TS 3,38% akan memberi pengaruh nyata terhadap konstanta kinetika produksi biogas dengan bahan baku

eceng gondok. Secara berturut-turut konstanta kinetika biogas yang terbentuk dengan kandungan total solid 6,76% adalah sebagai berikut, produksi biogas harian (A), laju produksi biogas (U) dan untuk waktu minimum pembentukan biogas (λ) adalah 237,658 ml/grTSHari, 3,2347 ml/grTS dan 2,955 hari. Dan untuk variabel dengan kandungan TS 3,38 produksi biogas harian (A), laju produksi biogas (U) dan untuk waktu minimum pembentukan biogas (λ) secara berturut-turut sebesar 519,74 (ml/grTSHari); 6,9258 (ml/grTS) dan 5,134 hari.

Kemudian hasil yang memiliki *yield* biogas tertinggi yaitu variabel 3,38% dilakukan perhitungan menggunakan software Polymath kemudian didapatkan hasil *yield* biogas dengan metode L-AD (TS 3,38%) pada hari ke 160 yaitu sebesar 514,9467 ml/gr.TS maka *yield* biogas tersebut dapat dimanfaatkan untuk listrik rumah tangga dari konversi setiap satuan $1m^3$ biogas.

Diketahui bahwa $1m^3$ dapat digunakan untuk menghidupkan listrik selama 4,7 kWh (Suriawiria, 2005). Sehingga, ketika terdapat eceng gondok sebanyak 1 ton dengan kandungan TS 3,38% maka terdapat biogas sebanyak 515.000.000 ml atau $515 m^3$, jadi dapat menghasilkan listrik sebesar 242,05 kW.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan berikut kesimpulan yang dapat diperoleh, yaitu:

1. Penggunaan metode SS-AD dan L-AD dengan variasi konsentrasi *total solid* memberikan pengaruh nyata terhadap hasil produksi *yield* biogas dengan menggunakan bahan baku eceng gondok.
2. Penggunaan metode L-AD dengan TS 3,38% menghasilkan *yield* biogas paling banyak daripada menggunakan metode SS-AD dengan TS 24,13 dan TS 17,67 maupun metode L-AD dengan TS 6,76%, dengan jumlah *yield* biogas untuk TS 3,38% pada hari ke-60 adalah sebanyak 369 ml/grTS.
3. Laju produksi biogas dari limbah eceng gondok didapatkan hasil paling maksimal dengan menggunakan metode L-AD

dengan konsentrasi *total solid* 3,38% dengan produksi biogas harian (A), laju produksi biogas (U) dan untuk waktu minimum pembentukan biogas (λ) secara berturut-turut sebesar 519,74 (ml/grTSHari) ; 6,9258 (ml/grTS) dan 5,134 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Budihardjo M.,A. 2009.Kombinasi Feeding Biostarter dan Air dalam Anaerobik Digester.Semarang.
- Budiyomo, Pratiwi M.E., Sinar I.N.2013.*The influence of Fermentation Method, Feed Composition, Variations in the Initial pH of Fermentation and Feed Dilution to the Biogas Production from Vinasse*.Alchemy Jurnal Penelitian Kimia Vol.9 No.2 Hal 1-12.
- Chen,X., Yan, W., Sheng, K., Sanati, M. 2014.*Comparison of High-Solids to Liquid Anaerobic Co-Digestion of Food Waste and Green Waste*.Bioresource Technology 154, 215-221.
- Ferna'ndez, J., Pe'rez, M., Romero, L.I. 2008. *Effect of substrate concentration on Dry Mesophilic Anaerobic Digestion of Organic Fraction of Municipal Solid Waste (OFMSW)*. Bioresource Technology, 99 6075-6080.
- Forster-Carneiro, T., Pérez, M., Romero, L.O. 2008. *Influence of total solid and inoculum contents on performance of anaerobic reactors treating food waste*. Bioresource Technology,99 : 6994-7002.
- Jha, A.K, Li, J., Nies, L., Zhang. L. 2011. *Research Advances in Dry Anaerobic Digestion Process of Solid Organic Wastes*.African Journal of Biotechnology, 10(65), 14242-14253.
- Lin, L., Yang L., Xu F., Li Y.2014.*Comparison of solid-state anaerobic digestion and composting of yard trimming with effluent from liquid anaerobic digestion*. Bioresource Technology 169; 439-446.
- Lin, L., Yang L., Xu F., Li Y.2014.*Comparison of solid-state anaerobic digestion and composting of yard trimming with effluent from liquid anaerobic digestion*.Bioresource Technology 169; 439-446.
- Malik, A. 2006. *Environmental Challeng Vis a Vis Oportunity : The Case of Water Hycinth*.World International Vol 33.122-138 Elsevier Ltd
- Mirmohamadsadeghi, S., Karimi, K., Zamani, A., Amiri, H., Horváth,I.S.2014. *Enhanced Solid-State Biogas Production from Lignocellulosic Biomass by Organosolv Pretreatment*.BioMed Research International 20014, 1-6.
- Pratiwi, Mariyah E., 2013.Pengaruh Metode Fermentasi, Komposisi Umpan, pH Awal dan Variasi Pengenceran Terhadap Produksi Biogas dari Vinasse. ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia, Vol. 9, No.2 hal 1-12.
- Tuesorn,S.,Wongwilaiwalin,S., Champreda, V., Leethochawalit, M. 2013. *Enhancement of Biogas Production from Swine Manure by a Lignocellulolytic Microbial Consortium*.Bioresource Technology, 144, 579-586
- Verma,S. 2002. *Anaerobic Digestion Of Biodegradable Organics in Municipal Solid Waste*.Submitted in partial fulfillment of the requirement for master of science degree in Earth Resource Engineering. Columbia University.
- Zhong, W., Zhang, Z., Luo, Y., Sun, S., Qiao W., Xiao, M. 2011. *Effect Of Biological Pretreatments In Enhancing Corn Straw Biogas Production*. Bioresour Technol Vol. 102 : 111 77-82
- Zhu, J., Wan, C., Li, Y. 2010. *Enhanced Solid-State Anaerobic Digestion Of Corn Stover By Alkaline Pretreatment*. Bioresour Technol Vol. 101 : 7523-8