

ANALISIS PENGARUH PRE-TREATMENT ECENG GONDOK SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIOGAS

Fitria Yulistiani¹, Ayu Ratna Permanasari², Iwan Ridwan³, Aas Nurhasanah⁴,
Sofia Wardah⁵

Jurusan Teknik Kimia – Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga – Kotak Pos 1234
email: Fitria.yulistiani@polban.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan energi fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara juga memunculkan isu lingkungan dalam hal emisi CO₂ dan pemanasan global. Salah satu upaya untuk memenuhi target bauran energi nasional yang ramah lingkungan dalam penggalakan penggunaan biomassa sebagai sumber energi. Salah satu jenis biomassa yang belum banyak pemanfaatannya adalah eceng gondok. Eceng gondok merupakan gulma yang pertumbuhannya sangat cepat. Eceng gondok ini selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk menjadi biogas. Namun kandungan lignin dan hemiselulosa, pada eceng gondok membuat biomassa ini sulit didegradasi untuk menjadi biogas. Salah satu cara untuk mendegradasi lignin dan hemiselulosa ini adalah *pretreatment* menggunakan NaOH. Konsentrasi NaOH yang akan digunakan adalah 3% (w/w) dan 4% (w/w) dan proses fermentasi anaerob untuk menghasilkan biogas dibuat dengan rasio 1:1:3,5 (eceng gondok: kotoran sapi: air pada temperatur ruang. Analisa produk dilakukan untuk menentukan produksi biogas dan nilai TSS dan MLSS, untuk hasil akhirnya. Hasil terbaik diperoleh untuk eceng gondok dengan pre treatment 3% (w/w). NaOH yaitu sebesar 3,77 ml/g (biogas/biomassa), penurunan nilai TSS dan MLVSS terbesar berturut-turut yaitu 79,55% dan 80,58%.

Kata Kunci

Biogas, eceng gondok, pre-treatment, NaOH, biomassa

1. PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk, kemajuan teknologi, dan peningkatan perekonomian menyebabkan peningkatan konsumsi energi di Indonesia. Namun peningkatan kebutuhan akan konsumsi energi tersebut tidak diiringi dengan kestabilan harga dan pasokan energi yang mencukupi, sehingga memunculkan permasalahan keamanan ketersediaan energi. Penggunaan energi fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara juga memunculkan isu lingkungan dalam hal emisi CO₂ dan pemanasan global.

Salah satu jenis biomassa yang belum banyak pemanfaatannya adalah eceng gondok. Pertumbuhan eceng gondok dapat mencapai 1,9% per hari dengan tinggi antara 0,3 – 0,5 m (Fikri and Muria 2015). Pertumbuhannya yang begitu pesat, dirasakan sangat merugikan karena sifat eceng gondok yang menutupi permukaan air akan menyebabkan kandungan oksigen berkurang. Biomasa dari eceng gondok ini berpotensi untuk diolah sampai menjadi biogas.

Kendala yang dihadapi pada pembuatan biogas dengan menggunakan umpan eceng gondok adalah keberadaan lignin dan hemiselulosa yang sulit diuraikan. Hal tersebut dapat menyebabkan

rendahnya produksi biogas dan munculnya buih. Perlakuan awal atau *Pre-treatment* pada eceng gondok dapat membantu meningkatkan produksi biogas. (Zheng, dkk., 2014). *Pre-treatment* pada dasarnya merupakan proses delignifikasi yang menyebabkan pelarutan, redistribusi dan kondensasi dari lignin dan modifikasi dalam kondisi kristal selulosa dari bahan biomassa sehingga dapat meningkatkan laju penurunan biomassa dan produksi biogas (Hendriks, dkk., 2009). *Pre-treatment* alkali dapat dilakukan pada suhu rendah dan reagen yang digunakan dari segi ekonomi lebih murah jika dibandingkan dengan *Pre-treatment* asam (Taherzadeh, dkk., 2008).

Senyawa alkali yang paling efektif dan paling banyak digunakan pada anaerobic digester adalah Natrium hidroksida (NaOH). *Pre-treatment* alkali dapat menghilangkan ikatan silang, meningkatkan porositas dan luas permukaan internal, menyebabkan pembengkakan struktural, menurunkan derajat polimerisasi dan kristalinitas, memberikan gangguan struktur lignin, dan memecahkan ikatan antara lignin dan polimer lainnya (Zheng, dkk., 2014).

Kadar air juga berpengaruh dalam campuran bahan baku dalam pembuatan biogas. Jika kadar air yang ditambahkan lebih tinggi dalam komposisi yang

tepat akan menyebabkan kondisi pada anaerobic digester tidak terlalu asam yang mengakibatkan pertumbuhan bakteri metanogenik lebih banyak (Wahyudi, 2013). Pertumbuhan bakteri penghasil gas metana optimum jika pH bahan berada pada keadaan netral pada rentang 6,5 – 7 (Khaerunnisa, dkk., 2013).

Pada fermentasi anaerob dua tahap skala laboratorium menggunakan bahan baku eceng gondok pada bagian daun tanpa pengaturan temperatur, diketahui bahwa *Pre-treatment* yang memberikan hasil optimum adalah NaOH dengan konsentrasi 3%-berat (Cheng,dkk., 2010). Pada penelitian lainnya yaitu fermentasi anaerob secara semi-kontinu skala laboratorium, diketahui bahwa *pre-treatment* eceng gondok dengan larutan NaOH 3%-berat dengan perbandingan 1: 0,03: 1 (eceng gondok: NaOH: air) adalah yang paling optimum (Abdillah, dkk., 2011). Selain itu, dengan penambahan 16,7% kadar air yaitu dengan rasio 1: 1: 3,5 (eceng gondok: feses sapi: air) juga dapat meningkatkan kadar CH₄ (Wahyudi, 2013).

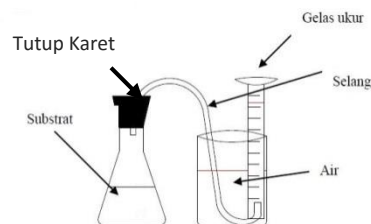
Zat padat tersuspensi atau TSS adalah semua zat padat atau partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik (pasir, lumpur, dan tanah liat) (Tarigan, 2003). Nilai TSS menunjukkan jumlah bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam substrat. Nilai VSS adalah bahan organik yang mudah teruapkan pada suhu 550°C yang jumlahnya mewakili jumlah mikroorganisme yang ada didalamnya. penurunan bahan organik dan solid pada setiap reaktor dipengaruhi oleh kondisi mikroorganisme pengurai pada setiap reaktor dan kondisi lingkungan pada reaktor yang sangat mempengaruhi proses (Winarni, dkk., 2010). Semakin stabil nilai MLVSS selama proses biodegradasi anaerobik menunjukkan semakin banyak senyawa organik yang terurai (Oktiana dkk., 2015). COD adalah parameter yang menunjukkan materi total kimia teroksidasi dalam sampel sehingga dapat menunjukkan kandungan energi dari bahan. COD merepresentasikan kandungan energi kimia maksimum dalam substrat. Saat mikroba mengubah energi kimia menjadi metana, terjadi penyisihan energi untuk produksi biogas (Wellinger, 2013).

2. METODE

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini disusun untuk mengetahui pengaruh *pre-treatment* eceng gondok menggunakan NaOH dengan konsentrasi 3% (w/w) dan 4% (w/w) yang dilengkapi dengan pengaturan kadar air dengan rasio 1:1:3,5 (eceng

gondok: kotoran sapi: air) pada temperatur ruang. Parameter yang akan dianalisa dari pengaruh *pre-treatment* pada eceng gondok ini adalah biogas yang dihasilkan, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Mixed Liquor Suspended Solid (MLVSS)*, dan *COD (Chemical Oxygen Demand)*.

Reaktor dioperasikan secara anaerobik dengan sistem *batch*. Reaktor anaerobik berfungsi sebagai tempat terjadinya degradasi bahan baku menjadi biogas secara anaerobik. Desain reaktor anaerobik yang digunakan beserta kelengkapannya ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1 Desain Reaktor Anaerobik *Batch*

Substrat yang digunakan adalah campuran antara eceng gondok, kotoran sapi, dan air dengan perbandingan volume 1:1:3,5. Setiap percobaan digunakan volume total substrat sebanyak 600 ml. Eceng gondok terlebih dahulu dicacah hingga menjadi serabut agar lebih mudah dikonversi menjadi biogas.

Variasi yang dilakukan adalah *pre-treatment* pada eceng gondok yang akan digunakan sebagai substrat yaitu tanpa *pre-treatment*, menggunakan NaOH 3%, dan 4%. *Pre-treatment* dilakukan dengan cara melakukan perendaman cacahan eceng gondok dengan air dan NaOH sesuai konsentrasi yang digunakan selama 2 hari. Selanjutnya eceng gondok dipisahkan dari media perendamannya dan dilakukan penetralan pH antara 6,8-7,2 menggunakan HCl. Eceng gondok yang telah dilakukan *pre-treatment* siap untuk difermentasi menjadi biogas. Proses pembentukan biogas dilakukan selama 25 hari. Selama proses pembentukan biogas ini dilakukan pengukuran volume gas yang dihasilkan dan konsentrasi metananya. Analisa TSS, MLVSS, dan COD dilakukan pada awal dan akhir proses pembentukan biogas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

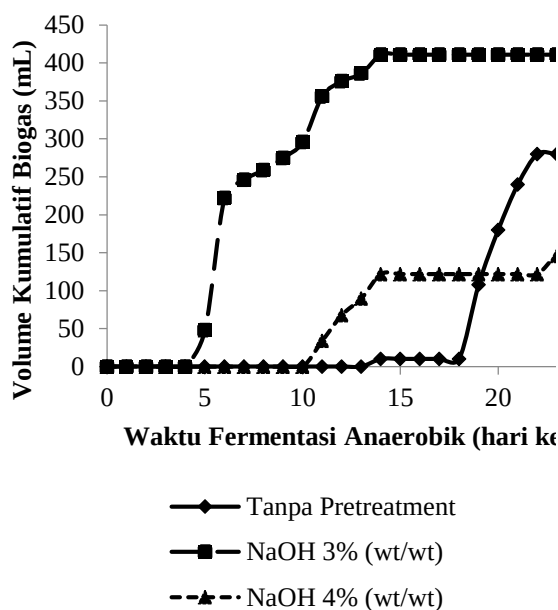
3.1 Pengaruh *Pre-treatment* NaOH terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan

Hasil analisis produksi biogas dilakukan dalam bentuk pengujian volume biogas yang diamati selama 25 hari ditunjukkan dalam Gambar 2.

Waktu terbentuknya biogas untuk variasi eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH lebih cepat

dari variasi eceng gondok tanpa *pretreatment*. Untuk variasi konsentrasi NaOH 3% (w/w) biogas pertama kali terbentuk pada hari ke-5, untuk variasi konsentrasi NaOH 4% (w/w) yaitu pada hari ke-11, sedangkan untuk variasi tanpa *pretreatment* yaitu pada hari ke-14. Hal tersebut membuktikan bahwa lignoselulosa dalam eceng gondok yang sudah diberi perlakuan awal (*pretreatment*) oleh NaOH, terpecah menjadi selulosa, hemi selulosa, dan lignin sehingga lebih mudah dikonversi menjadi biogas oleh mikroba sehingga waktu pembentukannya lebih cepat.

Dalam Gambar 2 terlihat bahwa pada variasi eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 3%, hal ini mengindikasikan mikroba beradaptasi hingga hari ke-5, dan biasanya gas dihasilkan pada minggu pertama. Selanjutnya produksi biogas mengalami peningkatan hingga hari ke-14 dengan perolehan volume biogas sebanyak 411 mL. Setelah hari ke-14 tidak terjadi pertambahan volume hingga hari ke-25, hal tersebut menandakan bahwa sudah tidak terjadi proses degradasi anaerobik oleh mikroba.

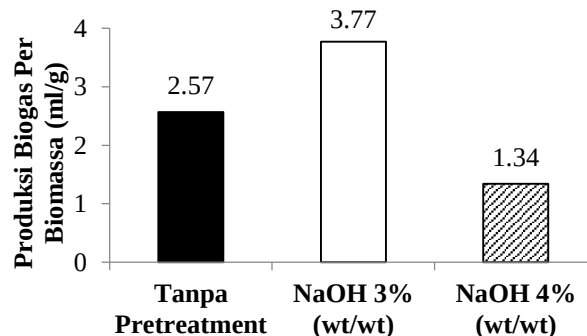


Gambar 2. Produksi Biogas terhadap Waktu Fermentasi Anaerobik

Pada variasi eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 4% (w/w) biogas terbentuk pada hari ke-11, jauh lebih lambat 6 hari dari variasi *pretreatment* NaOH 3%. Selanjutnya produksi biogas meningkat hingga hari ke-14 dengan produksi biogas yang lebih rendah dari variasi *pretreatment* NaOH 3% (w/w) maupun variasi tanpa *pretreatment*. Lambatnya proses dan rendahnya produksi biogas dengan *pretreatment* NaOH 4% (w/w) menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 4% (w/w) untuk kondisi operasi *pretreatment* eceng gondok pada suhu ruang merupakan konsentrasi yang

berlebih. Pemecahan lignoselulosa memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme sehingga menghasilkan biogas lebih baik, namun bahan baku dan kondisi operasi *pretreatment* memiliki kombinasi tersendiri terhadap jumlah bahan *pretreatment* yang digunakan. Selulosa yang dipisahkan dari lignoselulosa dapat dihasilkan lebih banyak, namun produk samping garam natrium dari *pretreatment* lignoselulosa dengan bahan NaOH yang berlebih akan menjadi inhibitor pada proses anaerobik sehingga produksi gas menjadi rendah. Sedangkan variasi eceng gondok tanpa *pretreatment* dengan waktu produksi biogas paling lambat pada hari ke-14 yang kemudian tidak bertambah lagi hingga hari ke-18, hal tersebut menunjukkan bahwa mikroorganisme lebih sulit menguraikan bahan lignoselulosa. Pada hari ke-19 hingga hari ke-22 produksi biogas melampaui variasi *pretreatment* NaOH 4%. Selanjutnya tidak terjadi pertambahan volume hingga hari ke-25.

Hasil perhitungan produksi biogas dalam mililiter terhadap biomassa atau bahan baku eceng gondok dalam gram ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3 Produksi Biogas terhadap Bahan Baku Eceng Gondok

Dalam Gambar 3 terlihat bahwa pada variasi eceng gondok tanpa *pretreatment*, produksi biogas terhadap bahan baku eceng lebih rendah dari variasi eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 3%, hal ini menunjukkan bahwa bakteri dapat mendegradasi bahan lignoselulosa lebih banyak dengan penggunaan NaOH 3%. Pada variasi eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 4% (w/w) produksi biogas lebih rendah dari variasi eceng gondok tanpa *pretreatment*, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 4% (w/w) pada suhu ruang merupakan konsentrasi yang berlebih sehingga proses degradasi anaerob rendah. Variasi eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 3% (w/w) memiliki produksi biogas terhadap bahan baku eceng gondok maksimum yaitu sebesar 3,77 mL/g dengan waktu terbentuknya biogas pertama kali tercepat yaitu pada hari ke-5. Konsentrasi NaOH optimum untuk *pretreatment*

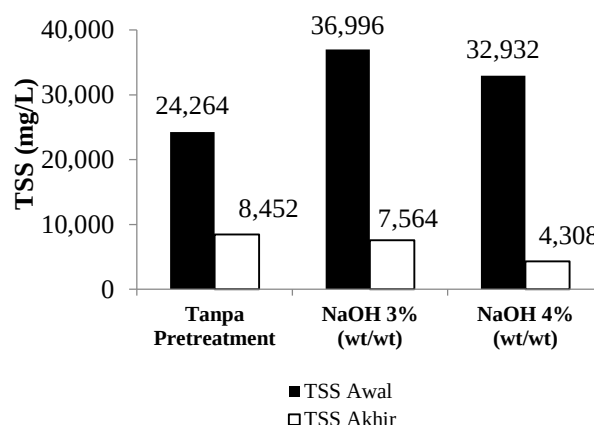
eceng gondok yang diperoleh yaitu pada konsentrasi 3% (w/w) sama dengan konsentrasi NaOH optimum yang diperoleh penelitian Cheng dkk. (2010), fermentasi anaerob yang dilakukan dua tahap skala laboratorium menggunakan bahan baku eceng gondok pada bagian daun tanpa pengaturan temperatur, dengan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi NaOH pada proses *pretreatment* optimum adalah konsentrasi 3% (w/w) NaOH dalam eceng gondok.

3.2 Pengaruh *Pre-treatment* NaOH Terhadap Parameter Total Suspended Solids (TSS)

Pengukuran TSS dilakukan pada substrat dengan campuran eceng gondok, kotoran sapi dan air. Karakteristik awal setiap reaktor pada parameter TSS cukup tinggi yaitu pada rentang nilai 24.000 – 37.000 mg/L seperti yang dapat dilihat dalam Gambar 4. Zat padat tersuspensi atau TSS adalah semua zat padat atau partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik (pasir, lumpur, dan tanah liat).

Tingginya TSS pada saat awal proses disebabkan oleh padatan dari eceng gondok berupa serat-serat halus yang bersifat melayang di dalam air termasuk ke dalam selulosa yaitu bagian dari lignoselulosa. Lignoselulosa sulit dipecah karena adanya lignin yang memiliki ikatan yang sangat kuat. Hal tersebut terbukti ketika eceng gondok dipotong-potong secara manual dengan pisau dapur sangat sulit, sehingga harus menggunakan pisau golok dan mesin pencacah agar lebih mudah dipotong. Padatan dari kotoran sapi juga termasuk penyebab tingginya TSS pada reaktor yang dapat dilihat secara visual saat dicampur dan diaduk dengan air sehingga *slurry* sangat keruh serta banyak padatan yang melayang. TSS terdiri dari zat padat terapung dan zat padat terendap. Zat padat terapung pada umumnya bersifat organik, sedangkan zat padat terendap bersifat organik dan anorganik.

TSS sebelum *anaerobic digestion* pada eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH lebih tinggi dibandingkan eceng gondok tanpa *pretreatment*. TSS pada NaOH 3% (w/w) sebesar 36.996 mg/L, NaOH 4% (w/w) sebesar 32.932 mg/L lebih tinggi daripada TSS eceng gondok tanpa *pretreatment* yang hanya sebesar 24.264 mg/L seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. Hal ini disebabkan oleh lignoselulosa pada eceng gondok yang mudah terurai menjadi selulosa dan hemiselulosa yang mudah melayang di air setelah *pretreatment*.



Gambar 4. Perubahan Nilai TSS

Penurunan parameter TSS pada setiap reaktor sangat tinggi pada rentang 65 – 87%. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan biogas berjalan kurang baik karena seharusnya parameter TSS menunjukkan profil perubahan yang stabil (besar nilai TSS akhir tidak jauh dari nilai TSS awal) pada dekomposisi anaerob. Penurunan TSS yang tinggi disebabkan adanya penggumpalan endapan-endapan dimana zat padat tersuspensi berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik padahal TSS merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen.

Penurunan TSS yang paling baik terjadi pada reaktor yang berisi *slurry* eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 3% (w/w) yaitu sebesar 79,55%. *Pretreatment* NaOH 3% dikatakan paling baik karena meskipun saat pertama kali terbentuknya biogas (pada hari ke-5) dan terhentinya produksi biogas (hari ke-14) lebih cepat dibandingkan dengan dua reaktor lainnya. Namun nilai penurunan TSS-nya tidak jauh berbeda dari penurunan TSS pada reaktor yang berisi *slurry* eceng gondok tanpa *pretreatment* yang saat pertama kali terbentuknya biogas (hari ke-14) dan terhentinya produksi biogas (hari ke-22) paling lambat. Adanya bahan-bahan tersuspensi tersebut dapat menyebabkan mikroorganisme lebih tahan terhadap proses desinfeksi.

Reaktor yang berisi *slurry* eceng gondok tanpa *pretreatment* memiliki penurunan TSS terendah di antara dua reaktor lainnya yaitu 65,17%. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah zat organik yang ada di dalam reaktor lebih banyak daripada reaktor lainnya. Penyebabnya berkaitan juga dengan produksi biogas yang dihasilkan yaitu karena saat terbentuk biogas pertama kalinya (hari ke-14) dan terhentinya produksi biogas paling lambat (hari ke-

22) seperti yang dijelaskan subbab 4.1, sehingga penggumpalan padatan tersuspensi menjadi endapan-endapan lebih sedikit dibandingkan dengan reaktor lainnya.

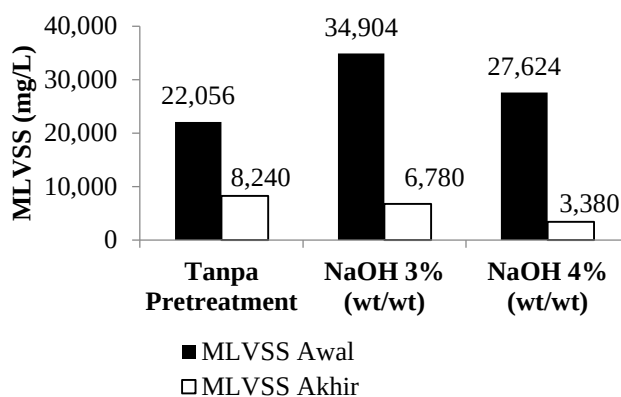
Pada eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 4% (w/w) memiliki penurunan TSS tertinggi sebesar 86,92%, artinya pembentukan biogas berlangsung kurang baik daripada reaktor lainnya. Pada *pretreatment* NaOH 4% (w/w) juga bahkan tidak lebih baik dari *pretreatment* NaOH 3% (w/w). Penyebabnya adalah karena induksi tambahan Na⁺ akan menghambat aktivitas mikroba anaerobik yang menyebabkan penurunan produksi biogas.

Dalam penelitian ini, tidak dilakukan pengadukan karena proses *anarobic digestion* berlangsung secara batch sehingga sulit untuk mengaduk substrat yang ada di dalam reaktor. Hal tersebut juga merupakan salah satu penyebab tingginya penurunan TSS. Adanya sistem pengadukan membuat padatan tetap dalam bentuk suspensi sehingga akan menghindari pembentukan endapan yang dapat menghambat produksi biogas. Pengadukan menghasilkan kontak yang cukup antara substrat dengan populasi bakteri dan juga menghasilkan kondisi homogen dari substrat. Pengadukan dilakukan untuk mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan untuk mendapatkan temperatur yang seragam pada reaktor.

3.3 Pengaruh *Pre-treatment* NaOH Terhadap Parameter *Mixed Liquor Volatile Suspended Solids* (MLVSS)

Nilai VSS adalah bahan organik yang mudah teruapkan pada suhu 550°C yang jumlahnya mewakili jumlah mikroorganisme yang ada didalamnya. Hal ini disebabkan bahan organik yang mudah menguap seperti protein, karbohidrat, glukosa dan lain-lain, ada dalam bakteri sehingga jumlahnya mewakili banyaknya bakteri di dalam sampel. Karakteristik awal setiap reaktor pada parameter MLVSS juga termasuk cukup tinggi yaitu pada rentang nilai 22.000 – 27.000 mg/L ditunjukkan dalam Gambar 5.

Penurunan MLVSS dapat diketahui dengan membandingkan MLVSS sebelum *anaerobic digestion* dan MLVSS setelah *anaerobic digestion* selama 25 hari di dalam penelitian ini. Penurunan MLVSS yang paling rendah adalah reaktor dengan bahan isian atau substrat eceng gondok tanpa *pretreatment* sebesar 62,64%. Hal ini karena masih adanya mikroorganisme yang berperan dalam *anaerobic digestion* lebih banyak daripada reaktor lainnya.



Gambar 5 Perubahan Nilai MLVSS

Penurunan MLVSS yang paling baik adalah reaktor yang berisi *slurry* eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 3% (w/w) yaitu sebesar 80,58%. *Pretreatment* NaOH 3% (w/w) dikatakan paling baik karena sama seperti halnya TSS meskipun saat pertama kali terbentuknya biogas (hari ke-5) dan terhentinya produksi biogas (hari ke-14) lebih cepat dibandingkan dengan dua reaktor lainnya, namun nilai penurunan TSS-nya tidak jauh berbeda dari penurunan TSS pada reaktor yang berisi *slurry* eceng gondok tanpa *pretreatment* yang saat pertama kali terbentuknya biogas (hari ke-14) dan terhentinya produksi biogas (hari ke-22) paling lambat. Semakin stabil nilai MLVSS (besar nilai MLVSS akhir tidak jauh dari nilai MLVSS awal) selama proses biodegradasi anaerobik menunjukkan semakin banyak senyawa organik yang terurai.

Reaktor yang berisi *slurry* eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 4% (w/w) memiliki penurunan MLVSS tertinggi. Penyebabnya adalah kematian mikroorganisme akibat persaingan internal antar populasi untuk mempertahankan hidup mengakibatkan terjadinya kematian bakteri dengan laju lebih tinggi dibandingkan pertumbuhannya.

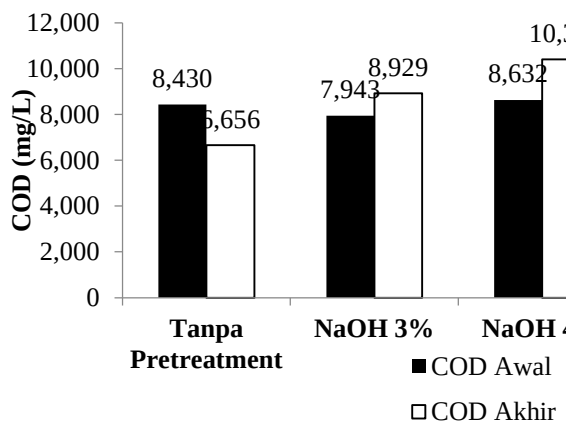
Pretreatment menggunakan konsentrasi NaOH 4%(w/w) tidak lebih baik dari konsentrasi NaOH 3% (w/w). Induksi tambahan dari Na⁺ akan menghambat aktivitas mikroba anaerobik yang menyebabkan penurunan produksi biogas. Konsentrasi hambat spesifik Na⁺ untuk mikroba akan terpengaruh oleh berbagai jenis lumpur, garam dan nutrisi dalam medium. Konsentrasi NaOH berlebihan mengakibatkan garam tidak *reversibel* yang tidak mudah menguap dalam konsentrasi yang tinggi sehingga berdampak pada kegiatan enzim selulase yang tidak menguntungkan.

Meskipun eceng gondok tanpa *pretreatment* dikatakan sebagai penurunan MLVSS terendah

tetapi nilai tersebut masih tinggi yaitu pada rentang 62 – 88%, seperti halnya penurunan TSS pada setiap reaktor. Untuk membantu menghancurkan lignin, hemiselulosa, dan selulosa dalam proses anaerobic, bahan berlignoselulosa membutuhkan konsentrasi mikroorganisme yang cukup tinggi. Mikroorganisme yang berperan dalam *anaerobic digestion* memerlukan kondisi tertentu dan sensitif terhadap lingkungan mikro dalam reaktor seperti temperatur, keasaman dan jumlah material organik yang akan dicerna.

3.4 Pengaruh Pre-treatment NaOH Terhadap Nilai Chemical Oxygen Demand (COD)

Hasil analisis COD dalam substrat akhir dari COD substrat awal ditunjukkan dalam Gambar 6. Pada variasi eceng gondok tanpa *pretreatment* diperoleh penurunan nilai COD setelah proses anaerobik yang menunjukkan bahwa saat mikroba mengubah energi kimia menjadi metana, terjadi penyesuaian energi untuk produksi biogas.



Gambar 6 Perubahan Nilai COD

Pada variasi eceng gondok dengan *pretreatment* diperoleh peningkatan COD dari kondisi awal. Waktu konstan produksi biogas untuk variasi *pretreatment* diperoleh pada hari ke-14, sedangkan untuk variasi tanpa *pretreatment* pada hari ke-23. Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu berhentinya proses degradasi anaerobik oleh bakteri pada variasi eceng gondok dengan *pretreatment* jauh lebih cepat dari variasi tanpa *pretreatment* dengan waktu pengamatan yang sama yaitu hingga hari ke-25. Maka dalam substrat akhir dari variasi *pretreatment* jumlah bakteri mati sudah lebih banyak dari variasi tanpa *pretreatment*. Terjadinya kenaikan COD pada variasi *pretreatment* dapat disebabkan karena bakteri yang mati mengalami peristiwa lisis yaitu peristiwa dimana pecahnya sel dan keluarnya cairan sel yang

akan mempengaruhi kandungan senyawa organik dalam substrat dan kemudian teroksidasi sebagai COD sehingga nilai COD dalam substrat menjadi naik.

Pada variasi eceng gondok dengan *pretreatment* NaOH 4% (w/w) diperoleh peningkatan nilai COD yang lebih tinggi dari variasi NaOH 3% (w/w). Jumlah bahan kimia yang berlebihan saat *pretreatment* menggunakan NaOH 4% (w/w.) menyebabkan bakteri banyak yang terlebih dahulu mati sebelum pada tahap hidrolisis dan menambah bakteri yang mati setelah proses anaerobik. Peningkatan nilai COD tersebut sangat erat kaitannya terhadap kandungan MLVSS dalam substrat.

4. KESIMPULAN

Pre-treatment pada eceng gondok berpengaruh dalam mempercepat proses produksi pembentukan biogas dan jumlah biogas yang dihasilkan. produksi biogas tertinggi diperoleh untuk eceng gondok dengan *pre-treatment* NaOH 3% (w/w) yaitu sebesar 3,77 ml/g (biogas/biomassa), penurunan TSS dan MLVSS paling besar yaitu 79,55% dan 80,58%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdillah, Jaka, and Gawa Reza Mahadin. *Natrium Hidroksida (NaOH) Sebagai Hidrolisa Basa Dalam Pre-Treatment Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Eceng Gondok*. Jurusan Teknik Kimia, Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2011, 1-4.
- [2] Cheng, Jun, Binfei Xie, Junhu Zhou, Wenlu Song, and Kefa Cen. "Cogeneration of H₂ and CH₄ from Water Hyacinth by Two-Step Anaerobic Fermentation." *International Journal of Hydrogen Energy*. 35, 2010: 3029-3035.
- [3] Fikri, Adrianto Ahmad, and Sri Rezeki Muria. "Pengaruh Perbandingan Eceng Gondok dengan Air Terhadap Penyesuaian COD dan Padatan pada Produksi Biohidrogen secara Fermentasi Anaerob Batch Tahap Asidogenesis." *Jurnal JOM FTEKNIK II*, no. 2 (2015): 1-10.
- [4] Hendriks, A.T.W.M., and G. Zeeman. "Pretreatments to Enhance the Digestibility of Lignocellulosic Biomass." *Bioresource Technology*. 100, 2009: 10-18.
- [5] Khaerunnisa, Gita, and Ika Rahmawati. "Pengaruh pH dan Rasio COD:N Terhadap Produksi Biogas dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinnase)." *Jurnal*

- Teknologi Kimia dan Industri II, no. 3
(2013): 1-7.
- [6] Taherzadeh, Mohammad J., and Keikhosro Karimi. "Pretreatment of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas Production: A Review." *International Journal of Molecular Sciences IX* (2008): 1621-1651.
- [7] Tarigan, M.S., and Edward. "Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara." *Makara Sains* (Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) VII, no. 3 (2003): 109-119.
- [8] Wahyudi, Akbar, and Iskandar R. "Pengaruh Komposisi Air Dalam Pembentukan Biogas Dari Eceng Gondok Waduk X Koto Padang Panjang dan Feses Sapi." *TeknikA XX*, no. 1 (2013): 7-11.
- [9] Wellinger, Arthur, Jerry Murphy, and Dvid Baxter. *The Biogas Handbook - Science, Production and Applications*. LII vols. Philadelphia: Woodhead Publishing Limited, 2013.
- [10] Winarni, Panggih, Yulinah Trihadiningrum, and Soeprijanto. *Produksi Biogas Dari Eceng Gondok*. Laporan, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2010.
- [11] Zheng, Yi, Jia Zhao, Fuqing Xu, and Yebo Li. "Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Enhanced Biogas Production." *Progress in Energy and Combustion Science*. 42, 2014: 35-53.