

Pengaruh Perbandingan Eceng Gondok dan Air Terhadap Kestabilan Sistem Pada Produksi Biogas Secara Fermentasi Anaerob Tahap Metanogenesis

Resti Ossi P¹⁾, Adrianto Ahmad²⁾, Sri Rezeki Muria²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Sp. Baru Pekanbaru 28293

paldewita@gmail.com

ABSTRACT

Hyacinth (Eichhorhia crassipes) is a weed on waters which is a big problem for damage the environment but it contains materials that can be fermented and produce biogas, there are hemicellulose and cellulose. This research head for produce biogas from hyacinth by anaerob fermentation process with microorganism on batch system and determine optimum ratio of hyacinth and water along with the effect to the stability of system. There were stages on this research, including seeding, acclimatization, and anaerob batch fermentation. Seeding was doing in ten days with ratio hyacinth and water was 75%:25%, then continued to acclimatization in 48 days. The anaerob batch fermentation was doing with variation of ratio hyacinth and water 1:2, 1:3, 1:4, and 1:5 in anaerob batch bioreactor during 32 days. Analysis of pH, biogas volume, volatile acid, and alkalinity was analized every two days during anaerob batch fermentation. The result of this research showed that in 48 days acclimatization process was produced biogas about 75.840 mL. In the fermentation process was resulted biogas about 23.300 mL with methane contents was 11.924,56 ppm or 1,19%; pH optimum 6,8-7,2; volatile acid concentration 145,8 mg/L; alkalinity concentration 1684,13 mg/L, and ratio of AV/alkalinity 0,087 on the rasio of hyacinth and water at 1:2. In conclusion, the stability of system will decrease along with increasing amount of water in the substrat of anaerob batch fermentation.

Keywords: Anaerob Batch Fermentation, Biogas, Hyacinth, Methane

1. Pendahuluan

Beberapa tahun terakhir ini, energi merupakan persoalan yang krusial di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara. Hal ini memacu untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan (*renewable energy*). Selain itu, peningkatan harga minyak dunia hingga mencapai 100 US\$ per barel juga menjadi alasan serius yang menimpa

banyak negara di dunia terutama Indonesia.

Dalam rangka untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak. Salah satu energi alternatif yang mudah dan dapat diterapkan adalah biogas. Biogas merupakan energi yang layak dipertimbangkan baik secara

teknik, sosial, maupun ekonomis terutama untuk mengatasi masalah energi di pedesaan.

Perkembangan teknologi biogas di Indonesia ini mengalami pasang surut hingga saat ini. Penelitian dan pengembangan teknologi biogas dilakukan terus-menerus. Teknologi biogas tidak hanya pada bahan baku dari kotoran ternak saja. Walaupun hal ini didukung oleh kondisi yang kondusif pada perkembangan peternakan di Indonesia akhir-akhir ini. Akan tetapi masih ada bahan baku yang berpotensi menghasilkan biogas, yaitu eceng gondok. Eceng gondok ini tersedia melimpah di perairan (danau maupun sungai) karena pertumbuhannya. Penyebaran eceng gondok bisa terjadi karena terbawa arus sungai dan dalam waktu 7-10 hari dapat berkembang biak menjadi dua kali lipat [Andianto, 2011].

Pada prinsipnya eceng gondok berpotensi sebagai bahan baku untuk pembuatan bioenergi, seperti biogas dan bioetanol [Trihadiningrum dkk, 2008]. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) mempunyai kandungan hemiselulosa yang cukup besar dibandingkan komponen organik tunggal lainnya. Hemiselulosa adalah polisakarida kompleks yang merupakan campuran polimer yang jika dihidrolisis menghasilkan produk campuran turunan yang dapat diolah dengan metode *anaerobic digestion* untuk menghasilkan dua senyawa campuran sederhana berupa metana dan karbon dioksida yang biasa disebut biogas [Gosh dkk, 1984].

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan biogas dari eceng gondok secara anaerob menggunakan bioreaktor *batch* dengan variasi perbandingan eceng gondok dan air. Adapun fokus dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh perbandingan eceng gondok dan air terhadap kestabilan sistem yaitu

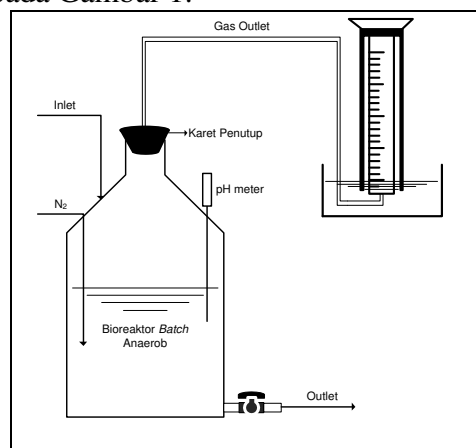
pH, alkalinitas dan asam volatil dalam bioreaktor *batch*. Variasi perbandingan eceng gondok dan air yaitu 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5 pada pH 7 dengan perbandingan eceng gondok dan kotoran sapi 75%:25%.

Tujuan dari penelitian ini adalah memproduksi biogas dari eceng gondok dengan proses fermentasi anaerob menggunakan mikroorganisme kotoran sapi secara *batch* dan menentukan perbandingan eceng gondok dan air yang optimum untuk produksi biogas serta pengaruhnya terhadap kestabilan sistem.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah eceng gondok dan kotoran sapi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bioreaktor *batch* anaerob, gelas ukur, wadah penampung larutan garam jenuh, pH meter, selang, pipet tetes, rangkaian alat destilasi, erlenmeyer buret, dan *Gas Chromatography* (GC). Rangkaian alat bioreaktor *batch* anaerob dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bioreaktor *Batch* Anaerob

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Eceng gondok diambil langsung dari kolam pencucian pasir Kecamatan Tambang, Kampar. Setelah itu eceng

gondok (batang dan daun) dicacah hingga berukuran kecil (± 1 cm), kemudian dihancurkan dengan *blender* dan ditambahkan air sesuai dengan variabel yang telah ditentukan yaitu 1:2; 1:3; 1:4 dan 1:5.

Kotoran sapi yang berasal dari peternakan sapi, Kualu, diambil sebagai bibit mikroorganisme, kemudian diencerkan menggunakan air dengan perbandingan 1:1 [Winarni dkk, 2013]. Kemudian kotoran sapi disaring hingga diperoleh ekstrak kotoran sapi yang siap dilanjutkan ke tahap *seeding*.

2.2.2 Tahap Pembibitan (*Seeding*)

Pembibitan (*Seeding*) bertujuan untuk menumbuhkan dan mengembangkan mikroorganisme di dalam substrat yang akan diolah. Pada proses ini digunakan perbandingan eceng gondok dan kotoran sapi 75%:25% serta perbandingan eceng gondok dan air 1:3 [Winarni dkk, 2013]. Pembibitan dilakukan selama 10 hari hingga diperoleh lumpur total sebanyak 15 liter [Ahmad, 2004].

2.2.3 Tahap Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi bertujuan agar mikroorganisme beradaptasi dengan kondisi substrat yang akan diolah sehingga mikroorganisme tidak banyak mengalami gangguan atau bahkan kematian pada proses pembentukan biogas. Proses aklimatisasi dilakukan dengan metode *fill and draw* yaitu membuang 1,5 liter cairan dan mengisi kembali dengan substrat eceng gondok yang telah berbentuk *slurry* sebanyak 1,5 liter setiap hari. Proses aklimatisasi berlangsung pada suhu ruang dan pH 7.

2.2.4 Tahap Fermentasi *Batch Anaerob*

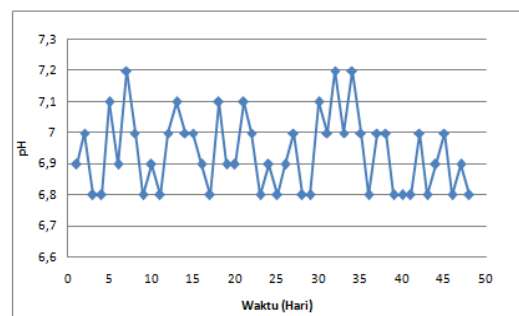
Pada tahap ini eceng gondok dan kotoran sapi yang telah diaklimatisasi dimasukkan ke dalam bioreaktor *batch* anaerob dengan perbandingan EG:KS 75%:25% untuk setiap perbandingan eceng gondok dan air. Proses fermentasi

ini bertujuan untuk melihat pengaruh perbandingan eceng gondok dan air terhadap kestabilan sistem dalam produksi biogas hasil fermentasi anaerob eceng gondok. Pada tahap ini dilakukan analisis volume biogas, kandungan metana dalam biogas, pH, asam volatil dan alkalinitas.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perubahan pH dan Produksi Biogas Pada Proses Aklimatisasi

Pada tahap aklimatisasi perlu dilakukan pengamatan terhadap pH keluaran bioreaktor anaerob untuk mengetahui kondisi mikroorganisme di dalam bioreaktor anaerob [Febyanti, 2011]. Perubahan pH selama tahap aklimatisasi dapat dilihat pada Gambar 2.



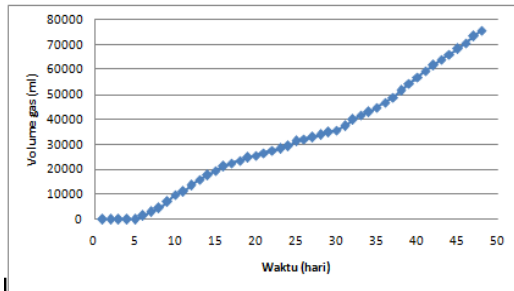
Gambar 2. Perubahan pH Selama Proses Aklimatisasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa pH sistem selama aklimatisasi berfluktuatif pada rentang pH 6,8-7,2. Menurut Ahmad [2001], laju pertumbuhan optimum bakteri metanogenik berlangsung pada kondisi pH 6,8-7,2. Hal ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan mikroorganisme di dalam bioreaktor anaerob berada pada kondisi optimum dan siap dilanjutkan untuk fermentasi *batch*.

Pengukuran produksi biogas dilakukan untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dalam menghasilkan biogas selama proses aklimatisasi [Ahmad, 2004]. Produksi

biogas selama proses aklimatisasi dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada awal tahap aklimatisasi, produksi biogas yang dihasilkan masih sedikit yaitu 60 mL namun setelah hari ke-5 biogas terus mengalami kenaikan hingga pada hari ke-48 yaitu mencapai 75.840 mL.

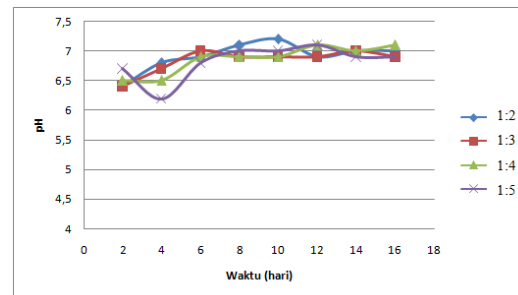


Gambar 3. Produksi Biogas Selama Proses Aklimatisasi

Menurut Umar dan Ismail [2012], produksi biogas lebih sedikit pada 3 hari pertama karena mikroba berada pada fase lag atau fase adaptasi. Pada fase ini, pertumbuhan mikroorganisme relatif sedikit karena sel dalam tahap menyesuaikan diri dengan media fermentasi. Apabila media telah sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme maka sel tersebut mulai tumbuh [Ahmad, 2009]. Sedangkan pada rentang hari ke-4 sampai hari ke-6, produksi biogas meningkat karena pertumbuhan mikroba berada pada fase eksponensial [Umar dan Ismail, 2012]. Pada fasa lag atau fasa eksponensial, mikroorganisme telah menyesuaikan diri dengan keadaan media (substrat) fermentasi sehingga penimbunan sel berlangsung dengan waktu regenerasi yang cepat. Pertumbuhan pada fasa eksponensial memberikan laju pertumbuhan mikroorganisme yang maksimum yang menghasilkan penimbunan sel yang terbesar dengan waktu regenerasi yang relatif cepat [Ahmad, 2009].

3.2 Perubahan pH, Asam Volatil, dan Alkalinitas Pada Proses Fermentasi *Batch* Anaerob

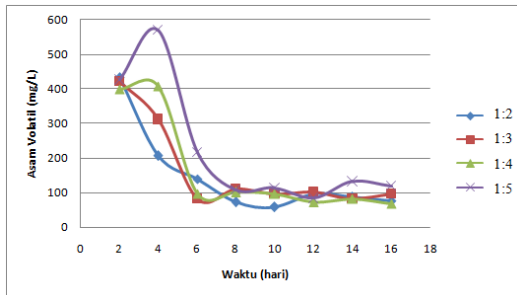
Derajat keasaman atau pH, asam volatil dan alkalinitas merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada proses fermentasi anaerob.



Gambar 4. Perubahan pH Selama Proses Fermentasi *Batch* Anaerob

Gambar 4 menunjukkan bahwa pH sistem pada awal proses berada di bawah kondisi pH optimum yaitu berkisar pada pH 6,2-6,7. Namun setelah hari ke-4 dan seterusnya pH sistem mengalami kenaikan. Rendahnya nilai pH pada awal proses diakibatkan oleh terakumulasinya asam volatil (dalam hal ini asam asetat) yang terbentuk dari tahap asidogenesis di dalam bioreaktor.

Tahap asidogenesis berlangsung sangat cepat karena laju pertumbuhan bakteri asidogen sangat cepat dengan waktu penggandaan (paruh) sekitar 30 menit. Sementara tahap metanogenesis yang memanfaatkan asam asetat untuk membentuk metana berlangsung sangat lambat karena laju pertumbuhan bakteri metanogen asetatotrof sangat lambat dengan waktu penggandaan sekitar 2-3 hari [Ahmad, 2001]. Bila asam asetat yang terbentuk lebih banyak sedangkan kapasitas penyangga tidak mampu mengatasi perubahan ini, maka pH sistem akan turun.



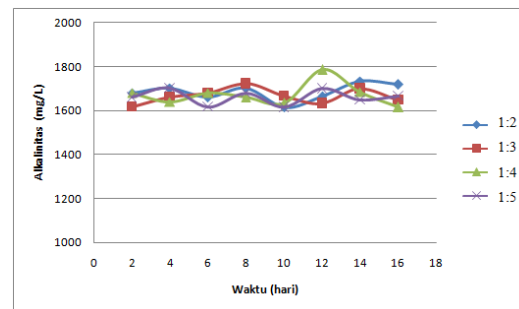
Gambar 5. Perubahan Asam Volatil Selama Proses Fermentasi *Batch* Anaerob

Gambar 5 menunjukkan bahwa konsentrasi asam volatil secara keseluruhan mengalami penurunan untuk masing-masing perbandingan eceng gondok dan air. Penurunan konsentrasi asam volatil menunjukkan kondisi pH sistem di dalam bioreaktor mendekati netral ($pH=7$). Dapat dilihat bahwa semakin tinggi pH, maka konsentrasi asam volatil cenderung menurun [Lusy, 2012].

Menurut Joseph dan Frederick [1992], terganggunya bakteri pembentukan metana dapat ditinjau dari konsentrasi asam volatil sebagai substrat. Dimana konsentrasi asam volatil yang optimum untuk proses anaerob yaitu 50-500 mg/L. Dari hasil yang diperoleh, dapat dilihat bahwa rata-rata konsentrasi asam volatil berada pada rentang optimum yaitu 145,8; 162,6; 165; dan 221,25mg/L untuk perbandingan eceng gondok dan air 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5.

Alkalinitas berfungsi sebagai penyangga jika terjadi penurunan pH akibat jumlah asam asetat yang meningkat. Gambar 6 menunjukkan bahwa konsentrasi alkalinitas rata-rata untuk perbandingan eceng gondok dan air 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5 berturut-turut yaitu 1684,13; 1665,63; 1671,50; dan 1660,88 mg/L. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ntengwe dkk [2010] yang menyimpulkan bahwa konsentrasi alkalinitas pada produksi

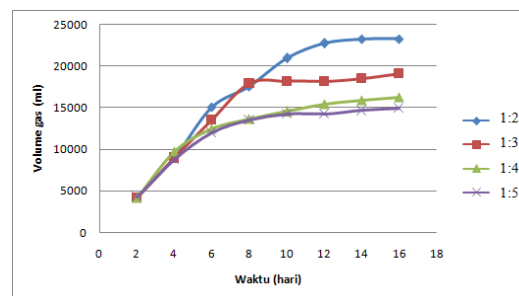
biogas dari campuran eceng gondok dan kotoran api yaitu 1600-1800 mg/L.



Gambar 6. Perubahan Alkalinitas Selama Proses Fermentasi *Batch* Anaerob

3.3 Produksi Biogas Pada Proses Fermentasi *Batch* Anaerob

Produksi biogas selama proses fermentasi *batch* anaerob ditunjukkan pada Gambar 7, dimana jumlah volume biogas yang dihasilkan mengalami penurunan dari perbandingan eceng gondok dan air 1:2 sampai 1:5.



Gambar 7. Produksi Biogas Selama Proses Fermentasi *Batch* Anaerob

Jumlah volume biogas untuk perbandingan eceng gondok dan air 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5 berturut-turut adalah 23.300, 19.150, 16.230, dan 14.930 mL.

Wahyudi dan Iskandar [2013] melakukan penelitian dengan variasi kotoran sapi:eceng gondok:air yaitu 1:1:3 dan 1:1:3,5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan 16,7% kadar air dapat menurunkan volume produksi kumulatif biogas sebanyak 16,98%.

Pada penelitian ini volume biogas terbesar diperoleh pada perbandingan eceng gondok 1:2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah air di dalam substrat maka semakin produksi biogas yang dihasilkan akan mengalami penurunan.

3.4 Kandungan Gas Metana Dalam Biogas

Biogas yang dihasilkan dari proses *batch* anaerob kemudian dilakukan pengujian gas metana menggunakan kromatografi gas. Kandungan gas metana dalam biogas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gas Metana Dalam Biogas

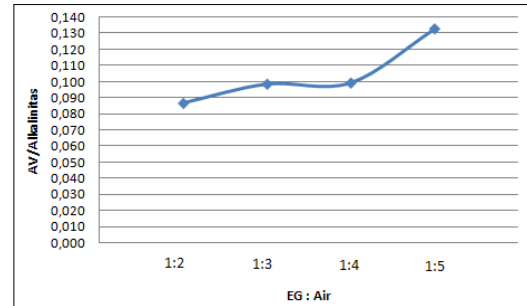
No	Sampel (EG : Air)	Gas Metana (ppm)	Gas Metana (%)
1	1:2	11.924,56	1,19
2	1:3	10.260,90	1,03
3	1:4	9.539,86	0,95
4	1:5	34,52	0,003

Berdasarkan pada Tabel 1, kandungan gas metana terbesar yaitu 11.924,56 ppm atau 1,19%. Dapat dilihat bahwa semakin sedikit keberadaan substrat, maka kandungan gas metana di dalam biogas juga mengalami penurunan.

3.5 Kestabilan Sistem Pada Bioreaktor *Batch* Anaerob

Kestabilan sistem pada bioreaktor *batch* anaerob dilihat dari perbandingan konsentrasi asam volatil dan alkalinitas. Kestabilan sistem pada bioreaktor ini dapat dilihat pada Gambar 7.

Dari Gambar 7 dapat dilihat pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2, 1:3; 1:4, 1:5, nilai rata-rata asam volatil berbanding alkalinitas adalah 0,087; 0,098; 0,099; dan 0,133.



Gambar 7. Kestabilan Sistem Pada Bioreaktor *Batch* Anaerob

Menurut Ahmad [2004], sistem yang tingkat kestabilannya tinggi harus mempunyai nisbah AV/Alkalinitas kecil dari 0,1. Pada penelitian ini untuk perbandingan 1:5 memiliki nilai kestabilan lebih besar dari 0,1 sehingga sistem pada bioreaktor ini tidak stabil.

4. Kesimpulan

Fermentasi anaerob eceng gondok secara *batch* menghasilkan biogas dengan kandungan metana sebesar 1,19%.

Perbandingan eceng gondok dan air yang paling optimum diperoleh pada rasio 1:2 dengan volume biogas sebesar 23.300 mL dan kadar gas metana sebesar 11.924,56 ppm atau 1,19%. Sistem yang mempunyai tingkat kestabilan tinggi yaitu pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2, 1:3, dan 1:4.

5. Saran

Pada penelitian selanjutnya sebaiknya perlu dikaji produksi biogas secara fermentasi anaerob dengan jumlah air yang lebih kecil dan perlu dilakukan pertimbangan pengambilan sampel gas yang akan diuji kandungan metananya untuk mengoptimalkan produksi biogas. Kemudian untuk penelitian lanjutan perlu dilakukan pengkajian produksi biogas secara fermentasi anaerob dengan sistem kontinu.

6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah mendukung dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ahmad, A. (2001). Biodegradasi Limbah Cair Industri Minyak Sawit Dalam Sistem Bioreaktor Anaerob. Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Ahmad, A. (2004). Teknologi Bioproses Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo dan Petrokimia Indonesia, Jurusan Teknik Kimia UR, Pekanbaru.
- Ahmad, A. (2009). *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Limbah Cair*. Diktat, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Andianto. (2011). Aliran *Slurry* di Dalam Digester Biogas Tipe Aliran Kontinyu. Skripsi Sarjana, Program Studi Teknik Mesin UI, Depok.
- Bayuseno, A. P. (2009). Penerapan dan Pengujian Model Teknologi Anaerob Digester Untuk Pengolahan Sampah Buah-Buahan di Pasar Tradisional. *Rotasi*, Vol.11, no.2.
- Febiyanti, A. (2010). Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap Penyisihan Kandungan Padatan Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Ananerob Bermedia Batu. Skripsi Sarjana, Program Studi Teknik Kimia UR, Pekanbaru.
- Ghaly, A. E., D. R. Ramkumar, S. S. Sadaka, dan J. D. Rochon. (2000). *Effect of Reseeding and pH Control on The Performance of A Two-Stage Mesophilic Anaerobic Digester Operating on Acid Cheese Whey*. Canadian Agricultural Engineering, Vol. 42, No.4.
- Gosh, S., M. P. Henry dan R.W. Christoper. (1984). *Hemicellulose Conversion by Anaerobic Digestion*. Institute of Gas Technology dan United Gas Pipe Line Company. USA. Biomassa Vol. 6 257-258.
- Gunnarson, C. C., dan M. P. Cecilia. (2006). *Water Hyacinths as A Resource in Agriculture and Energy Production : A Literature review*. Waste Management Vol. 27 117-129 Elsevier Ltd.
- Joseph, FM dan G. P. Frederick. (Ed). (1992). *Design of Anaerobic Processes for The Treatment of Industrial and Municipal Wastes (Vol. 7)*. Technomic Publishing Company Inc., Amerika.
- Mahyudin A. R dan E. L. Dewi. (2010). *Enhancement of Hydrogen Gas (H₂) by Using Ceramic Membrane to Enterobacter aerogenes ADH-43 Fermentation and Its Simultaneous Utilization for Proton Exchange Membrane Fuel Cell*. Proceeding of 8th International Conference on Membrane Science and Technology, B16, 281-286.
- Manurung, R. (2004). Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Untuk Mengolah Limbah Sawit. Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ni'mah, L. (2014). *Biogas From Solid Waste of Tofu Production and Cow Manure Mixture : Composition Effect*. *Chemica*, Vol. 1, No. 1, 1-9.
- Ntengwe, FW., L. Njovu, G. Kasali, dan L. K. Witika. (2010). *Biogas Production in Cone-Closed*

Floating Dome Batch Digester Under Tropical Condition. International Journal of ChemTech Research, Vol. 2, No.1, 483-492.

- Rahayu, D. R., P. Ardani, N. Hendriani, dan S. R. Juliastuti. (2012). Pembuatan Biogas dari Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Melalui Proses Pretreatment dengan Jamur *Phanerochaete chrysosporium* dan *Trichoderma harzianum*. Jurnal Teknik Pomits, Vol. 1, No. 1, 1-3.
- Trihadiningrum, Y., Basri, Hassan, M. Mukhlisin, D. Listiyanawati, dan N. 'Ain. (2008). *Phytotechnology a Nature-Based Approach for Sustainable Water Sanitation and Conservation.* Proceeding The 3rd WEPA International Forum on Water Environment, 46-53.
- Umar, B. S., dan N. Ismail. (2012). *Anaerobic Digestion of Cow Dung for Biogas Production.* ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 7, No. 2, 169-172.
- Wahyudi, A., dan R. Iskandar. (2013). Pengaruh Komposisi Air Dalam Pembentukan Biogas dari Eceng Gondok Waduk X Koto Padang Panjang dan Feses Sapi. TeknikA, Vol. 20, No. 1, 7-11.
- Winarni, P., Y. Trihadiningrum, dan Soeprijanto. (2011). *Produksi Biogas dari Eceng Gondok.* Master Thesis, Program Magister Bidang Keahlian dan Manajemen Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.

