

**POTENSI ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DENGAN
KOTORAN SAPI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF
PEMBUATAN BIOGAS MENGGUNAKAN
STARTER EM4**

**THE POTENTIAL OF WATER HYACINTH (*Eichhornia
crassipes*) AND FECES OF COW AS ALTERNATIVE ENERGY
MAKING BIOGAS USED EM4 STARTER**

Ratna Putri Ayu¹, Elfien Herrianto², Kukuh Munandar³

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: Ayu80838@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan energi selama ini masih dipenuhi oleh bahan bakar fosil yang bersifat tidak dapat diperbaharui. Maka diperlukan suatu pembaharuan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Dengan pemanfaatan energi alternatif yang ramah, murah dan mudah diperoleh dari lingkungan sekitar yang bersifat dapat diperbaharui seperti Biogas. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eceng gondok dengan kotoran sapi. Penelitian ini bertujuan (1) Untuk mengetahui potensi eceng gondok dan kotoran sapi dengan penambahan starter EM4 untuk menghasilkan Biogas (2) Untuk mengetahui bahwa hasil campuran eceng gondok dengan kotoran sapi sebagai energi alternatif pembuatan biogas dapat berpotensi sebagai sumber belajar Biologi. Penelitian ini dilaksanakan di Gudang Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember. Jenis penelitian ini penelitian Kuantitatif metode Eksperimen, desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam penelitian ini terdapat 5 perlakuan dan 5 pengulangan. Berdasarkan Uji ANOVA perlakuan yang paling efektif dan efisien yaitu P2 (75% eceng gondok dan 25% kotoran sapi) hasilnya signifikan terdapat pengaruh dari setiap perlakuan dan hasil uji lanjut DMRT berbeda nyata. Hasil volume biogas 1688 ml, laju produksi biogas 98 ml/hari dan uji lama nyala api 98 detik. Hasil penelitian ini berpotensi sebagai produk sumber belajar biologi SMA kelas XII semester genap pada pembahasan peranan Bioteknologi dalam bidang lingkungan (Biomediasi).

Kata Kunci: Energi alternatif, Biogas, Eceng gondok, Kotoran Sapi, EM4,
Sumber belajar biologi

ABSTRACT

Requiring energy right now is fulfilled by fossil material which is unrennewable resources. So, it is needed a renewal to solve the problem. By utilizing friendly, cheap and easy to get from environment that can be renewable like Biogas. materials that can be used in this research is water hyacinth with feces of cow. These can be as biology study source. The purpose of the research is (1) to find out the potential of water hyacinth and feces of cow by additional of starter EM4 to produce Biogas, and (2) to find out the mixture result of water hyacinth and feces of cow as biogas alternative energy can be potentiated as biology study source. This research is done in Agriculture warehouse University of Muhammadiyah Jember. The research is a quantative experiment method; the design of the research is complete randomized design (RAL) that has 5 treatments and 5 repetitions. Based on the most effective and efficient of ANOVA treatment test is P2 (75% water hyacinth and 25% feces of cow), the result is significant effect from each treatment and continued test result DMRT is obviously different. The result of the biogas volume is 1688 ml, the biogas production rate is 98 ml/day and the flame duration test is 98 seconds. The result of the research is potential as biology study source in even semester of the Twelfth grade Senior High School students in Biotechnology role material in field (Biomediate).

Key words: Alternative energy, Biogas, Water hyacinth, Feces cow, EM4, Source of study biology

PENDAHULUAN

Energi merupakan suatu kebutuhan yang sering digunakan oleh makhluk hidup seperti bahan bakar minyak yang biasanya sering kita gunakan (Sukandarrumidi dan Kotta., 2017:20). Peningkatan jumlah penduduk dapat menyebabkan kebutuha energi semakin meningkat. Kebutuhan energi selama ini masih dipenuhi oleh bahan bakar fosil yang bersifat tidak dapat diperbaharui (*unrennewable resources*). Pemakaian energi fosil yang terlalu banyak akan menyebabkan jumlahnya berkurang dan menipis. Oleh karena itu, diperlukan suatu pembaharuan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Dengan pemanfaatan energi alternatif yang ramah, murah dan mudah diperoleh dari lingkungan sekitar yang bersifat dapat diperbaharui dan memungkinkan bisa dimanfaatkan yaitu seperti Biogas (Sukmana dan Muljatingrum., 2010:15).

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh aktivitas mikroorganisme dalam kondisi anaerob. Dalam penelitian

ini menggunakan limbah perairan berupa eceng gondok. Atidhira dkk. (2017:247) menyatakan eceng gondok memiliki kandungan hemiselulosa 48,7%, selulosa 18,2% dan lignin 3,3% serta memiliki struktur jaringan yang berongga, sehingga tanaman ini mempunyai energi yang tinggi, terdiri dari bahan yang dapat difermentasi dan berpotensi sangat besar dalam menghasilkan biogas. Selain dari tanaman eceng gondok sumber utama dari pembuatan biogas adalah limbah peternakan.

Kotoran sapi mengandung bakteri metanogenesis penghasil gas metan yang terdapat dalam perut ruminansia. Bakteri metanogenesis berperan sebagai dekomposer dalam degradasi materi-materi organik hingga menghasilkan biogas. Untuk meningkatkan efisiensi pembentukan biogas dari eceng gondok dan kotoran sapi memerlukan optimalisasi peranan dari mikroorganisme. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan aktifator EM4 yang dapat mempercepat perombakan bahan organik seperti lignin dan selulosa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi eceng gondok dan kotoran sapi dengan penambahan starter EM4 untuk menghasilkan biogas. dan untuk mengetahui bahwa hasil penelitian campuran eceng gondok dan kotoran sapi sebagai energi alternatif pembuatan biogas dapat berpotensi sebagai sumber belajar Biologi. Memanfaatkan limbah sebagai bahan biogas diharapkan dalam penelitian ini mampu memberikan pengetahuan tentang pengolahan limbah dengan tepat. Penelitian ini diharapkan dapat berpotensi sebagai sumber belajar. Sumber belajar Biologi adalah segala sesuatu yang dapat dimanfaatkan guna dalam kepentingan proses belajar pada materi pembelajaran Biologi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada hasil penelitian ini dapat dikembangkan oleh guru SMA untuk pokok bahasan Bioteknologi yang berkenaan dengan peranan bioteknologi dalam bidang lingkungan (Bioremediasi).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, dengan metode Rancangan Acak lengkap (RAL). Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 6 Mei 2018 sampai 4 Juni 2018 di Gudang Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerigen 25 buah,

balon plastik 25 buah, selang plastik, pengaduk, ember, timba, corong, plat datar, gunting, gelas ukur, obeng, pisau, lem tembak/lem bakar, termometer, Timbangan dan korek api. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eceng gondok, kotoran sapi, EM4, air dan kertas pH Universal.

Dalam penelitian ini dilakukan dengan 5 perlakuan dengan 5 kali ulangan dengan total 25 perlakuan. Perlakuan dalam penelitian ini meliputi :

P1 : 100 % Eceng Gondok + 0 % Kotoran Sapi + 2 liter Air + 1 % EM4

P2 : 75 % Eceng Gondok + 25 % Kotoran Sapi + 2 liter Air + 1 % EM4

P3 : 50% Eceng Gondok + 50 % Kotoran Sapi + 2 liter Air + 1 % EM4

P4 : 25 % Eceng Gondok + 75 % Kotoran Sapi + 2 liter Air + 1 % EM4

P5 : 0 % Eceng Gondok + 100 % Kotoran Sapi + 2 liter Air + 1 % EM4

Pembuatan campuran bahan isian biogas dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Melakukan persiapan alat dan bahan penelitian.
2. Mengambil tanaman eceng gondok yang telah disiapkan lalu dibersihkan terlebih dahulu kemudian dicacah dengan ukuran $\pm 1 - 2$ cm.
3. Menyiapkan bahan kotoran sapi, yang telah diambil dari peternakan.
4. Menimbang masing-masing jumlah eceng gondok dan kotoran sapi sesuai dengan jumlah perbandingan yang telah ditentukan.
5. Kemudian memasukkan eceng gondok yang sudah dipotong kecil-kecil kedalam wadah ember yang sudah terisi kotoran sapi untuk dihomogenkan, agar mempermudah proses pencernaan dalam fermentasi pembentukan biogas.
6. Melarutkan EM4 1% dengan air sebanyak 2 liter.
7. Kemudian menambahkan larutan EM4 kedalam wadah ember yang telah terisikan eceng gondok dan kotoran sapi.
8. Melakukan pengadukan sampai merata.
9. Memasukkan adonan ke dalam digester yang telah disiapkan dengan menggunakan corong.
10. Volume jerigen yang digunakan sebagai digester biogas yaitu berkapasitas 5 liter dari 100% volume jerigen yang digunakan pengisian bahan baku kedalam jerigen sebanyak 75% sedangkan 25% sisanya sebagai penampung

gas sementara sebelum gas masuk kedalam penampungan gas yang telah disediakan.

11. Kemudian menutup jerigen dengan rapat dan melakukan fermentasi anaerob selama 30 hari.
12. Melakukan pengamatan 5 hari selama proses fermentasi 30 hari.

Parameter yang diamati dari penelitian ini adalah :

1. Volume Gas

Volume gas yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan pada penelitian ini diukur gas yang dihasilkan menggunakan hukum archimedes yaitu dengan mencelupkan gas yang dihasilkan ke dalam air dan diukur air yang tumpah. Banyaknya air yang tumpah sama dengan volume gas yang dihasilkan.

2. Laju Produksi Gas

Biogas yang dihasilkan dari masing masing perlakuan pada campuran bahan isian diamati pada saat waktu gas mulai terbentuk. Laju produksi gas merupakan volume gas yang dihasilkan setiap satuan waktu. Laju produksi gas dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan : Q : Laju produksi gas

V : Volume gas

t : Waktu

3. Uji Nyala Api

Pengujian nyala api merupakan pengujian gas yang dilakukan untuk mengetahui kandungan biogas yang dihasilkan mengandung metan atau tidak, sehingga nanti bisa digunakan sebagai pengganti minyak tanah atau elpiji. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna ditandai nyala api biru, dan tidak menimbulkan bekas hitam.

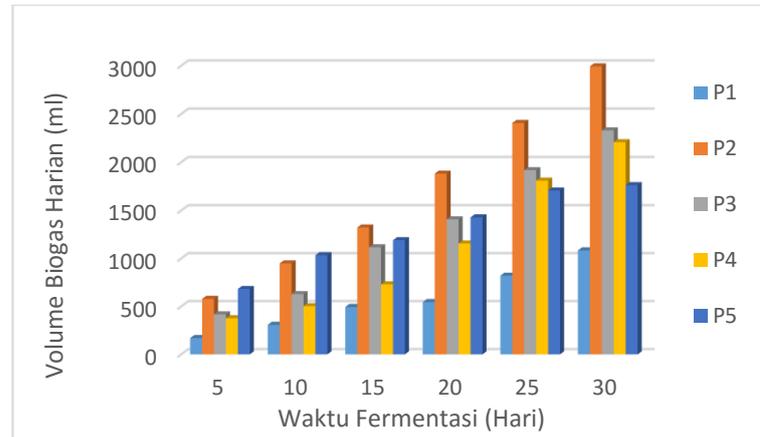
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang dilakukan menunjukkan potensi eceng gondok dan kotoran sapi dengan penambahan EM4 volume gas yang dihasilkan pada setiap perlakuan diukur setiap lima hari sekali. Pengukuran volume gas yang dihasilkan menggunakan hokum Archimedes yaitu mencelupkan gas yang dihasilkan kedalam

bak yang berisi air dan dihitung volume air yang tumpah dengan menggunakan gelas ukur.

1. Volume Biogas

Berikut ini merupakan grafik produksi biogas hasil fermentasi selama 30 hari terdapat pada gambar 1.



Gambar 5.1 Diagram Volume Biogas selama 30 hari (modifikasi dari Pandia dan Hartini, 2017:33)

Dari diagram gambar 1. menunjukkan produksi biogas yang dihasilkan mengalami peningkatan yang maksimal dari masing-masing komposisi. Dari data tersebut terdapat perbedaan produksi biogas dari setiap perlakuan. Produksi biogas yang paling baik diperoleh pada P2, dihasilkan pada hari ke-5 pada proses fermentasi kemudian mengalami kenaikan hingga menghasilkan produksi biogas yang maksimum pada hari ke-30 sebesar 2993 ml.

Hasil uji ANOVA yang diperoleh signifikan yaitu 0.00, karena data yang diperoleh kurang dari $\alpha = 0.05$. Hasil dari uji lanjut menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada penelitian ini terlihat bahwa terdapat tiga notasi kolom. Hasil Uji tersebut menunjukkan bahwa terdapat satu hasil terbaik yang berada di Subset (c) yaitu P2 (75% eceng gondok dan 25% kotoran sapi) yang dinyatakan efektif dengan hasil rata-rata produksi biogas tertinggi 1688.6 ml.

Menurut (Sanjaya dan Haryanto, 2015:133) mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan produksi biogas antar perlakuan disebabkan karena ketersediaan nutrisi (sumber energi) bagi bakteri anaerob yang berbeda-beda dari

masing-masing komposisi, sehingga berdampak pada perbedaan laju fermentasi dari setiap komposisi.

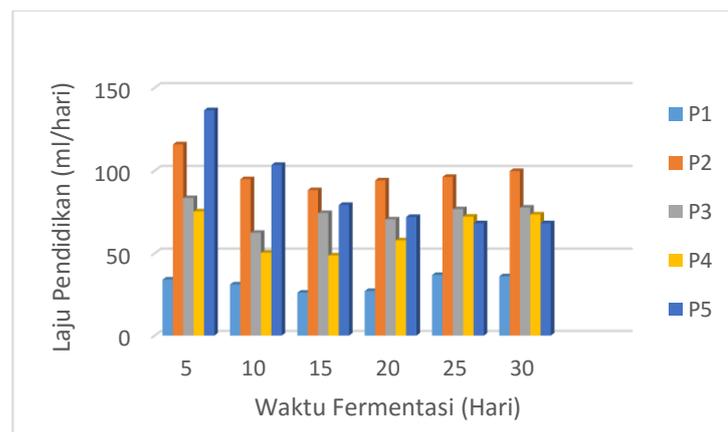
Pandia dan Hartini (2017:31) mengatakan dalam jurnalnya bahwa pada hari ke-15 menunjukkan volume biogas yang dihasilkan mengalami peningkatan yang maksimal dari masing-masing komposisi. Hal tersebut karena proses fermentasi anaerob sudah mencapai tahap akhir yaitu tahap metanogenesis untuk menghasilkan gas metan.

Pada Penelitian Megawati dan Aji (2014:6) kecepatan fermentasi berbanding lurus dengan kecepatan produksi biogas, sehingga semakin cepat proses fermentasi, maka semakin cepat produksi biogas. Proses kecepatan fermentasi dipengaruhi oleh penambahan EM4 pada substrat.

Perbandingan dari penelitian sebelumnya menurut Renilaila (2014:7) diketahui bahwa pembentukan biogas terjadi setelah fermentasi selama 10 hari, tetapi produksi biogas tidak terjadi secara kontinyu, produksi biogas maksimal terbentuk setelah 35 hari dan setelah itu produksinya terus menurun. Dalam penelitian di fermentasi dilakukan selama 60 hari.

2. Laju Produksi Biogas

Laju produksi biogas diperoleh dengan cara membagi jumlah produksi gas tiap satuan waktu. Berikut gambar 2 menunjukkan laku produksi biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi selama 30 hari.



Gambar 2. Diagram Laju Produksi Biogas selama 30 hari (modifikasi dari Pandia dan Hartini, 2017:33)

Dari diagram gambar 2. menunjukkan laju produksi biogas yang dihasilkan pada hari ke-5 mengalami peningkatan yang maksimal dan hari-hari

selanjutnya mengalami penurunan, tetapi pada hari ke-25 dan hari ke-30 laju produksi biogas mengalami peningkatan kembali. Laju produksi biogas tertinggi terdapat pada P5 hari ke-5 sebesar 136.4 ml/hari, tetapi hasil rata-rata laju produksi biogas tertinggi terdapat pada P2 sebesar 98.1 ml/hari. Pada saat kondisi mengalami penurunan hal tersebut dikarenakan berkurangnya nutrisi, karbohidrat, selulosa, dan sumber energi bagi bakteri fermentasi.

Hasil uji ANOVA yang diperoleh signifikan yaitu 0.00, karena data yang diperoleh kurang dari $\alpha = 0.05$. Hasil dari uji lanjut menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada penelitian ini terlihat bahwa terdapat empat kolom pada Subset for alpha = 0.05. Hasil Uji tersebut menunjukkan bahwa terdapat satu hasil terbaik yang berada di Subset (d) yaitu P2 (75% eceng gondok dan 25% kotoran sapi) yang dinyatakan efektif dengan hasil rata-rata produksi biogas tertinggi 98.1 ml/hari.

Laju produksi biogas dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Suhu lingkungan sangat berpengaruh pada pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Suhu selama proses fermentasi sangat penting hal ini karena berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri memproses biogas. Suhu yang baik untuk pertumbuhan bakteri metana adalah 25° C sampai 30° C.

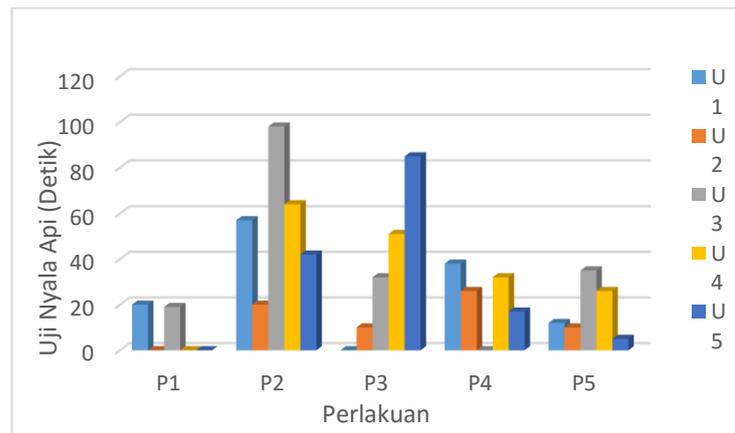
Menurut (Fauzi 2016:75) digester yang diletakkan didalam ruangan menghasilkan gas yang stabil dari pada diletakkan diluar ruangan karena bisa terpengaruhi oleh suhu diluar ruangan yang dingin dan dapat menyebabkan terganggunya aktifitas penghasil biogas.

3.Uji Lama Nyala Api

Hasil penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat potensi eceng gondok dan kotoran sapi dengan penambahan EM4 terhadap uji lama nyala api Biogas. Sesuai dengan uji *analysis of varians* (ANOVA) menggunakan SPSS yang sudah dilakukan data yang diperoleh signifikan yaitu 0.024, karena data yang diperoleh kurang dari $\alpha = 0.05$. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh nyata potensi eceng gondok dan kotoran sapi dengan penambahan EM4 yang berarti H_0 diterima. Dikarenakan perlakuan berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT).

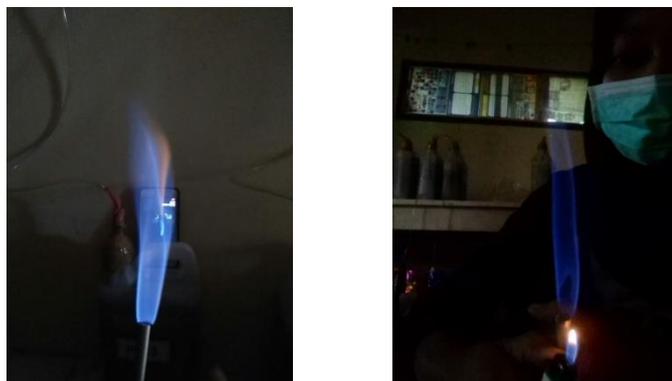
Hasil dari uji lanjut menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada penelitian ini terlihat bahwa terdapat empat kolom pada Subset for alpha =0.05. Hasil Uji tersebut menunjukkan bahwa terdapat satu hasil terbaik yang berada di Subset (b) yaitu P2 (75% eceng gondok dan 25% kotoran sapi) yang dinyatakan efektif dengan hasil rata-rata lama nyala api tertinggi 98.1 detik.

Berikut ini merupakan grafik uji nyala api biogas hasil fermentasi selama 30 hari terdapat pada gambar 3.



Gambar 3 Diagram Uji Lama Nyala Api selama 30 hari (modifikasi dari Pandia dan Hartini, 2017:33)

Uji lama nyala api merupakan pengujian gas yang dilakukan untuk mengetahui kandungan gas yang dihasilkan dari proses pembuatan biogas dengan cara pembakaran untuk melihat warna nyala api yang dihasilkan pada proses pembakaran biogas. Berikut gambar 4 menunjukkan proses pembakaran hasil biogas



Gambar 4. Uji Lama Nyala Api Biogas

Biogas yang tidak menghasilkan nyala api karena sedikitnya kandungan gas metan (CH₄) sedangkan biogas yang menghasilkan warna biru, maka gas

yang dihasilkan mengandung gas metana. Sebaliknya jika nyala api pada biogas tidak dapat terbakar, yang berarti bahwa kandungan gas metana masih sangat sedikit dan mengandung lebih banyak gas-gas pengotor lainnya maka warna api yang dihasilkan adalah cenderung kemerah-merahan. Energi biogas memiliki kandungan 54%-74% metana, 27%-75% % karbondioksida dan sedikit kandungan lainnya seperti N_2 , H_2 , CO_2 , O_2 , dan H_2S .

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil analisa dan data hasil biogas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka disimpulkan bahwa potensi eceng gondok dan kotoran sapi sdengan penambahan EM4 mendapatkan hasil volume, laju produksi dan uji lama nyala api. Biogas yang dihasilkan dari berbagai konsentrasi campuran eceng gondok dengan kotoran sapi yang paling efektif dan efisien P2 (75% eceng gondok dan 25% kotoran sapi) yaitu volume 1688 ml dan laju produksi 98 ml/hari. Biogas terbaik dibuktikan dengan adanya nyala lama api selama 98 detik yang mengandung gas metan.
2. Penelitian dapat dijadikan sebagai sumber belajar harus melalui kajian proses dan produk hasil penelitian, ditinjau dari Kurikulim 2013 SMA yang terdapat dalam silabus K.D 3.10 yang berkenaan dengan peranan bioteknologi dalam bidang lingkungan (Biomediasi).

2. Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat hasil volume biogas pada produksi biogas disarankan menggunakan berbagai alat ukur yang ada dilingkungan masyarakat.
2. Untuk mendapatkan hasil biogas lebih banyak alangkah baiknya menggunakan bahan baku / isian untuk bahan pembuatan biogas lebih banyak agar menghasilkan gas metan yang lebih optimal.
3. Sumber Belajar yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat diuji coba dilapangan atau kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Atidhira, Y., Noviansyah, A. & Taufany, F. (2017). Pengembangan Metode Pretreatment Melalui Proses Fisik dan Kimia untuk Optimasi Produksi Biogas dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Alternatif Energi Listrik-Biogas. *Jurnal Teknik ITS*, (Online), Vol. 6, No. 2, Hal. 247-251. (<http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/24604>, diakses 01 Mei 2018)
- Dewi, K.T. & Dewi, K. (2014). Pembuatan Gas Bio Dari Serbuk Gergaji, Kotoran Sapi dan Larutan EM4. *Jurnal Teknik Kimia*, (Online), Vol. 20, No. 1, Hal. 1-9. (<http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/viewFile/167/166>, diakses 25 Maret 2018)
- Eurika, N. & Hapsari, A.I. (2017). Analisis Potensi Tembakau Na Oogst sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, (Online), Vol. 2, No.2, Hal. 11-22. (jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/BIOMA/article/download/824/793, diakses pada tanggal 10 Juli 2018)
- Fauzi, D. A., Hananto, Y. & Susmiati, Y. (2016). Komposisi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Pucuk tebu Sebagai Bahan Bakar Isian serta Pengaruh Terhadap Pembentukan Biogas. *Jurnal Rotor*, (Online), Vol. 9, No. 2, Hal. 72-76. (<file:///C:/Users/xo/Downloads/4739-325-9030-1-10-20170613.pdf>, diakses 27 Mei 2018)
- Gomez, K. (1995). *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Hardoyo., Atmodjo, T. & Rosadi, D. (2014). *Panduan praktis membuat biogas portable skala rumah tangga dan industri*. Yogyakarta: Lily publisher.
- Masyhud, S. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan*. Jember: Lembaga Pengembangan Manajemen dan Profesi Kependidikan (LPMPK).
- Megawati. & Aji, K.W. (2014). Pengaruh Penambahan EM4 (effective Microorganism-4) pada Pembuatan Biogas dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, (Online), Vol.2, No. 2, Hal.1-11.
- Notoadmodjo, S. (2010). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Renilaili. & Pasmawati, Y. (2016). Biogas Enceng Gondok dan Feses Sapi Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Teknologi*, (Online), Vol 9, No.2, Hal.177-184. (<http://journal.akprind.ac.id/index.php/jurtek/article/view/716>, diakses 27 Mei 2018)

- Sanjaya, D. & Haryanti, A. (2015). Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam. *Jurnal Teknik Pertanian*, (Online), Vol. 4, No. 2, Hal. 127-136. (<https://media.neliti.com/media/publications/134515-ID-none.pdf> diakses pada 10 Juli 2018)
- Situmorang, R.P. (2016). Analisis Potensi Lokal untuk Mengembangkan Bahan Ajar Biologi di SMA Negeri 2 Wonosari. *Jurnal Pendidikan Sains*, (Online), Vol. 4, No.1, No.1, Hal. 51-57. (<https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JPKIMIA/article/view/1938> diakses 10 Juli 2018)
- Sukandarrumidi. (2013). *Energi Terbarukan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sukmana, R. W. (2010). *Biogas Dari Limbah Ternak*. Bandung: Penerbit Nuansa.
- Tricia, M.I., Widiastuti, I. & Lestari, S. (2017). Uji Potensi Biogas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Jeroan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) dan Kotoran Kuda. *Jurnal Teknol Hasil Perikanan*, (Online), Vol. 6, No. 1, Hal. 56-68 (<https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/fishtech/article/view/4452/2287> diakses pada 10 Juli 2018)
- Utami, T. (2016). Pengaruh Pemberian Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Campuran Pakan. *Skripsi*. Purwokerto: Progas Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Wahyuni, S. (2013). *Panduan Praktis Biogas*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Wati, D. A. (2013). Pembuatan Biogas Dari Limbah Cair Pabrik Tahu Dengan Tinja Sapi. *Jurnal Teknik*, (Online), Vol 11, Hal. 55-61, (jurnal.unipasby.ac.id/index.php/waktu/article/download/886/728, diakses 02 April 2018)