

Perbandingan Penambahan Air pada Proses Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi pada Praktikum Pengolahan Limbah Peternakan

S Sulisty, Yuli Yanti

Program Studi Ilmu Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
Jl. Ir. Sutami No.36A Kentingan Surakarta Jawa Tengah, 57126, Indonesia
Corresponding Author: sulistyouns.79@gmail.com

Received: 21th July 2023; Revised: 28th Agustus 2023; Accepted: 17th January 2024;

Available online: 17th January 2024; Published regularly: January 2024

Abstract

The technology of processing cattle manure for household-scale biogas production is discussed in this study. In the livestock waste management experiment, a comparison of the composition of water and cattle manure mixture was conducted to evaluate biogas production. A 60liter plastic drum was used as a digester, filled with 40 liters of slurry. The observation period lasted for 10 days, with varying ratios of water to manure mixture, which were 1:1, 1.5:1, and 2:1. Subsequently, the methane gas quality was tested at the Environmental Research Center for Agriculture in Jaken, Pati, Central Java. The experimental results indicated methane gas concentrations of 228,406.38 ppm for the 2:1 water to manure ratio, 195,337.56 ppm for the 1:1 ratio, and 110,969.13 ppm for the 1.5:1 ratio. The ANOVA test results for the water to manure ratio experiment showed that the treatments did not significantly affect the concentrations of CH₄, CO₂, and N₂O (P>0.05).

Keywords: livestock waste, biogas, water, methane gas

Abstrak

Teknologi pengolahan limbah ternak sapi untuk produksi biogas skala rumah tangga. Dalam praktikum pengolahan limbah peternakan dilakukan perlakuan perbandingan komposisi campuran air dengan limbah kotoran ternak sapi dalam produksi biogas. Digester terbuat dari drum plastik 60liter kemudian diisi slurry sebanyak 40 liter. Waktu pengamatan dilakukan selama 10 hari. Perbandingan komposisi campuran air : kotoran = 1 : 1 ; 1,5 : 1 ; 2 : 1. Kemudian melakukan pengujian kualitas gas metananya di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jaken, Pati Jawa Tengah. Dari hasil percobaan, diperoleh kadar gas metana sebesar 228406,38 ppm pada perbandingan air : kotoran ternak = 2 : 1, 195337,56 ppm pada perbandingan air : kotoran ternak = 1 : 1 dan 110969,13 ppm perbandingan air : kotoran ternak = 1,5 : 1. Hasil uji ANOVA dari percobaan perbandingan air : kotoran ternak menunjukkan bahwa perlakuan tidak menunjukkan nilai yang signifikan terhadap konsentrasi CH₄, CO₂ dan N₂O (P>0.05).

Kata kunci : limbah peternakan, biogas, air, gas metana

PENDAHULUAN

Biogas merupakan solusi alternatif yang dapat dihasilkan dengan menggunakan teknologi sederhana dan efisien. Mayoritas biogas yang dihasilkan adalah energi terbarukan dalam bentuk gas metana yang dapat dimanfaatkan (Fatimah dan Angelin, 2017). Biogas adalah jenis energi yang berasal dari proses dekomposisi bahan-bahan seperti bahan organik yang membusuk dan limbah. Energi biogas sering digunakan sebagai pengganti minyak tanah, yang merupakan bahan bakar fosil. Keunggulan biogas terletak pada ketersediaannya yang melimpah dan dapat diperoleh secara gratis (Elfiano dkk, 2019).

Fermentasi adalah proses yang membantu menguraikan bahan organik dan menghasilkan gas. Suhu

optimal untuk fermentasi berada dalam rentang 30°C hingga 55°C. Suhu ini memungkinkan mikroorganisme bekerja dengan efisien dan menghasilkan gas. Namun, jika suhu lingkungan terlalu tinggi melebihi batas toleransi, dapat menyebabkan kerusakan pada protein dan komponen sel penting lainnya. Akibatnya, pengangkutan nutrisi menjadi lambat dan dekomposisi bahan organik terhenti. Hal ini berdampak pada produksi gas secara anaerobik (Darmanto dkk, 2012).

Kadar air yang terkandung dalam bahan yang digunakan harus tepat. Jika hasil biogas harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, maka bahan yang digunakan berbentuk kotoran sapi kering diperlukan penambahan air. Air berperan sangat penting di dalam proses biologis dengan mengontrol kelembaban udara. Penambahan air jangan terlalu banyak (berlebihan) juga jangan terlalu sedikit (kekurangan). Pada proses fermentasi anaerob, pengaruh air terhadap suhu sangat penting karena suhu dan kelembaban lingkungan dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi. Beberapa pengaruh air terhadap suhu pada proses fermentasi anaerob, Mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi anaerob, seperti bakteri atau ragi, memiliki suhu optimal untuk pertumbuhan dan aktivitasnya. Kebanyakan mikroorganisme fermentasi anaerob memiliki suhu optimal antara 30°C hingga 40°C. Air yang tersedia dalam lingkungan fermentasi akan membantu menjaga suhu tetap dalam kisaran optimal ini.

Suhu selama proses fermentasi mempengaruhi jenis mikroorganisme dominan yang akan tumbuh di dalamnya. Mikroorganisme memiliki batas toleransi suhu dan suhu pertumbuhan yang optimal. Jika suhu selama fermentasi terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat berdampak negatif pada pertumbuhan komposisi produk akhir dalam pembentukan biogas (Handayani dkk, 2014). Pengaturan kelembaban air dan suhu yang tepat sangat penting dalam memastikan proses fermentasi anaerob berjalan secara efisien dan menghasilkan produk fermentasi yang berkualitas.

Bakteri memiliki kemampuan untuk memecah senyawa organik kompleks, tetapi proses ini memerlukan lingkungan dengan tingkat keasaman yang tinggi. Namun, produksi metana selama proses ini memerlukan lingkungan dengan pH yang lebih netral. Gangguan pada pH selama proses asetogenesis dapat menghambat degradasi senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana, yang pada gilirannya dapat menyebabkan masalah dalam tahap metanogenesis (pengubahan senyawa organik sederhana menjadi metana) (Iriani dkk, 2017).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengukur produksi metana (CH₄) sebagai biogas dari penguraian limbah organik dengan cara merombak secara anaerobik. Dalam penelitian tersebut, fokusnya adalah pada pengaruh penambahan aktivator EM4 pada tingkat optimal sekitar 9% dari volume kerja total reaktor (Syafiudin dkk. 2018). Selain itu, nilai pH sampel dalam penelitian lain oleh Dhaniswara dan Ayunda adalah antara 6,8 hingga 7,8, dan waktu hidrolisis yang diamati selama 21 hari (Dhaniswara dan Ayunda, 2013).

Meskipun penelitian-penelitian tersebut memberikan informasi penting, belum ada penelitian yang melakukan variasi rasio penambahan air untuk melihat bagaimana hal tersebut mempengaruhi produksi biogas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami dampak dari berbagai rasio penambahan air terhadap produksi biogas. Tujuan dari penelitian ini meliputi mengetahui komposisi campuran kadar air dengan limbah kotoran sapi yang tepat terhadap konsentrasi gas metana yang dihasilkan dalam percobaan praktikum pengolahan limbah peternakan..

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang ditentukan (Sugiyono, 2009). Maksudnya suatu kelompok dikenakan perlakuan tertentu kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui komposisi campuran biogas yang tepat. Percobaan skala laboratorium dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun yang menjadi parameter yang diamati, rasio perlakuan Perbandingan komposisi campuran air : kotoran = 1 : 1 ; 1,5 : 1 ; 2 : 1 terhadap kadar gas yang dihasilkan.

Data yang diperoleh merupakan data yang bersifat kuantitatif berarti data berupa angka-angka yang

memberikan penjelasan tentang perbandingan antara data hasil pencampuran air dan kotoran sapi 1:1; 1,5:1; 2:1. Gas diambil dimasukkan dalam vacuum tube 10 ml, kemudian dilakukan pengujian kandungan gas CH₄, CO₂, N₂O di Laboratorium Balai Lingkungan Tanah (Balingtan) Jaken, kabupaten Pati, Jawa Tengah. Hasil diperoleh dianalisis menggunakan R studio

Alat dan bahan pembuatan biogas ; Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum 60 liter, Pipa PVC 1 inch, Pipa PVC 2 ½ inch. Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah ; Kotoran sapi, Air, Stimulator plus.

Prosedur penelitian, pembuatan tabung digester dengan bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan digester. Pembuatan tabung digester yang meliputi : Bahan yang digunakan dalam pembuatan tabung digester adalah drum plastik dengan volume 60 liter. Buatlah lubang dibagian samping drum kanan dan kiri. Kemudian sok drat luar dihubungkan dari dalam drum kemudian pipa ukuran diameter 1 inch disambungkan ke bagian dalam drum sebagai inlet dan outlet. Bagian atas drum juga dibuat lubang dan dipasang sok drat dalam dan luar serta dihubungkan pipa keluar dengan diameter ½ inch sebagai tempat keluarnya gas yang dihasilkan.



Gambar 1. Drum plastik kapasitas 60 liter sebagai reaktor percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel biogas dilakukan pada hari ke-10 setelah masa fermentasi. Cara pengambilan sampling biogas terlebih dahulu biogas ditampung dalam kantong plastik. Biogas yang sudah penuh kemudian diambil dimasukkan dalam vacuum tube untuk diuji kandungan gasnya. Hasil pengujian kadar gas dalam biogas sebagaimana dalam table 1.

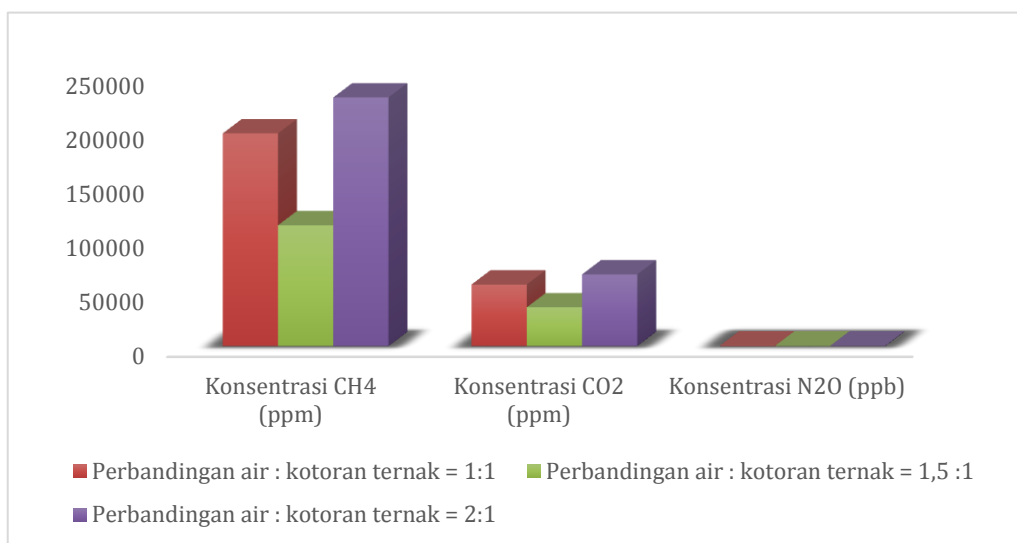
Tabel 1. Hasil pengamatan kadar gas dalam biogas

No.	Perlakuan	Konsentrasi CH ₄ (ppm)	Konsentrasi CO ₂ (ppm)	Konsentrasi N ₂ O (ppb)
1	Perbandingan air : kotoran ternak = 1:1	195337,56	56512,68	517,28

2	Perbandingan air : kotoran ternak = 1,5 :1	110969,13	35536,53	474,82
3	Perbandingan air : kotoran ternak = 2:1	228406,38	65799,31	462,94

Sesuai dengan prosedur yang telah diteliti dan dianalisa mengenai produksi biogas yang tercapai, tidak lengkap kalau tidak mengetahui kualitas biogas perlakuan yang mana yang terbaik dalam menghasilkan gas metana (CH₄). Seberapa besar kandungan gas karbon dioksida (CO₂), Nitrogen Oksida (N₂O) dalam pembentukan biogas.

Dari hasil percobaan, diperoleh kadar gas metana sebesar 228406,38 ppm pada perbandingan air : kotoran ternak = 2 : 1, 195337,56 ppm pada perbandingan air : kotoran ternak = 1 : 1 dan 110969,13 ppm perbandingan air : kotoran ternak = 1,5 : 1.



Gambar 2. Perbandingan konsentrasi gas dalam biogas

Hasil uji ANOVA dari percobaan perbandingan air : kotoran ternak menunjukkan bahwa perlakuan tidak menunjukkan nilai yang signifikan terhadap konsentrasi CH₄, CO₂ dan N₂O (P>0.05). Dalam percobaan perbandingan air dan kotoran ternak terhadap konsentrasi CH₄, CO₂, dan N₂O, hasil uji ANOVA dengan P>0.05 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam konsentrasi gas tersebut antara kelompok yang menerima perlakuan air dan kelompok kontrol (tanpa perlakuan). Dengan kata lain, perlakuan pemberian air tidak berdampak signifikan terhadap konsentrasi CH₄, CO₂, dan N₂O yang dihasilkan.

Namun, penting untuk diingat bahwa hasil ini hanya berlaku untuk data dan kondisi yang diuji dalam percobaan tersebut. Hasil ini tidak mengesampingkan kemungkinan bahwa perlakuan air dapat berdampak signifikan pada konsentrasi gas-gas tersebut dalam percobaan lain dengan desain atau parameter yang berbeda. Selain itu, interpretasi hasil statistik harus dipertimbangkan secara hati-hati dan disertai dengan pemahaman mendalam tentang konteks percobaan dan analisis statistik yang digunakan.

Kandungan metana yang rendah memiliki kualitas nyala api yang rendah, hanya bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam kegiatan memasak. Untuk menaikkan kemanfaatan biogas sebagai energi terbarukan (*renewable energy*) perlu dilakukan tahapan pemurnian metana secara mudah dan murah

Sulistyo, 2022)

Produksi gas metana biogas paling tinggi pada dengan perbandingan komposisi campuran air : kotoran = 2 : 1 dan paling rendah yaitu dengan perbandingan komposisi campuran air : kotoran = 1,5 : 1. Produksi gas metana perbandingan komposisi campuran air : kotoran = 2: 1. Hal ini disebabkan karena dalam proses biologis terbentuknya bogas ada beberapa tahapan yaitu (Suyitno dkk., 2010:24).

Penelitian oleh Ramadhoni dan Wesen (2017) serta Fitri dan Dhaniswara (2018) telah menunjukkan bahwa konsentrasi substrat berpengaruh terhadap produksi biogas dari limbah organik. Ketika konsentrasi campuran substrat seimbang, produksi biogas yang dihasilkan juga meningkat. Sebaliknya, jika konsentrasi substrat campuran tidak seimbang, prosesnya tidak berjalan secara optimal, karena rendahnya proses hidrolisis yang mengakibatkan produksi biogas menjadi lebih kecil. Dengan demikian, keselarasan konsentrasi substrat dalam campuran sangat penting untuk mencapai hasil produksi biogas yang maksimal.

Volatile Solid (VS) adalah komponen dalam limbah organik yang berpotensi diubah menjadi biogas. Penggunaan volume air yang cukup besar memicu reaksi hidrolisis, yang berfungsi untuk menyederhanakan senyawa organik kompleks agar dapat digunakan oleh mikroorganisme penghasil metana. Selain itu, air juga mencegah peningkatan *Volatile Fatty Acid* (VFA) dengan cara menyebar reaksi yang cenderung menghambat diri pada mikroba anaerob (Sasmita dkk, 2022)

Penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan P1 dengan konsentrasi substrat (limbah organik : air) seimbang 1:1, menghasilkan volume biogas yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan P2 (limbah organik : air) seimbang 1:1,5. Hal ini menunjukkan pentingnya mencapai konsentrasi substrat yang optimal dengan jumlah *Volatile Solid* dari limbah organik dan jumlah air yang tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit agar dapat meningkatkan produksi biogas secara efisien (Zuliyana dkk, 2015).

Dalam kondisi anaerobik, jumlah bahan organik yang berlebih menyebabkan tingginya konsentrasi *Volatile Fatty Acid* (VFA) yang dihasilkan oleh mikroorganisme asetogen, yang pada gilirannya menyebabkan penurunan pH. Penelitian oleh Bahrin dkk (2011) menunjukkan bahwa pada tahap *acidogenesis*, penurunan nilai pH terjadi dengan sangat cepat seiring dengan perubahan senyawa organik menjadi asam lemak volatil. Sebaliknya, jika keberadaan kadar air kurang, reaktor cenderung memiliki pH asam, yang mengganggu dan menghambat aktivitas bakteri metanogen sehingga tidak dapat berfungsi secara maksimal (Irawan dan Khudori, 2015).

Dalam pengolahan biogas, menjaga keseimbangan kondisi pH sangat penting untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme metanogen secara efisien dan mengoptimalkan produksi biogas. Perubahan pH di reaktor biodigester anaerob dapat menyebabkan penurunan produksi biogas. Selain itu, faktor-faktor abiotik seperti suhu, kelembaban (kadar air) juga dapat mempengaruhi produksi biogas.

Selain kondisi pH, suhu dan kelembaban (kadar air), jumlah substrat dan keberadaan bakteri pengurai bahan organik juga memainkan peran penting. Jika jumlah substrat dan bakteri pengurai tidak mencukupi, produksi biogas dapat terpengaruh dan mengalami penurunan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan dan pengaturan yang tepat terhadap kondisi pH, suhu, kelembaban (kadar air) dan jumlah substrat serta bakteri pengurai dalam reaktor biodigester untuk memastikan produksi biogas yang optimal (Mujdalipah, dkk. 2014).

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa perlakuan perbedaan perbandingan air dan kotoran ternak terhadap produksi biogas tidak memberikan hasil yang signifikan, tetapi perlu adanya percobaan lanjutan untuk mengetahui pengaruh lainnya seperti tingkat kekentalan proses pengeluaran di outline dan juga proses pengembunan uap air dalam pipa saluran biogas jika memerlukan pipa yang Panjang

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Non APBN tahun 2022 dengan nomor kontrak : 254/UN 27.22/PT.01.03/2022

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrin, D., Anggraini, D., & Pertiwi, M. B. (2011). "Pengaruh Jenis Limbah, Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal terhadap Komposisi Biogas dari Limbah Organik Pasar di Kota Palembang", *Prosiding Seminar Nasional AVoER*, pp. 284.
- Darmanto, A., Soeparman, S., dan Widhiyanuriawan, D. (2012). Pengaruh Kondisi Temperatur Mesophilic (35°C) Dan Thermophilic (55°C) Anaerob Digester Kotoran Kuda Terhadap Produksi Biogas. *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.3(2), hal : 317-326.
- Dhaniswara, T.K. & Ayunda, M., (2013). "Pengaruh Perlakuan Awal Limbah Organik Terhadap produksi Biogas Secara Anaerobic Digestion", *Journal of Research and Technology*, 3(2), pp. 23-31.
- Elfiano, Eddy dkk. 2019. *Sistem biogas Sebagai Energi Terbarukan Skala Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Kotoran Burung Puyuh*. Pekanbaru: Universitas Islam Riau
- Fatimah, & Angelin, G. (2017). *Pengaruh Penambahan Trace Metal (Molybdenum & Selenium) Terhadap Pembuatan Biogas Dari Limbah Organik Dan Kotoran Sapi*. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 15-21
- Fitri, M.A., & Dhaniswara, T.K., (2018). "Pemanfaatan Kotoran Sapi dan Limbah Sayur Pada Pembuatan Biogas Dengan Fermentasi Limbah Sayuran", *Journal of Research and Technology*, 4(1), pp. 47–54.
- Handayani Dezi dkk, 2014. Pengaruh Volume Cairan Rumen Sapi Terhadap Berbagai Kotoran dalam Menghasilkan Biogas. *EKSAKTA Vol.1* : 20-26.
- Irawan,D. dan Khudori, A. (2015). "Pengaruh Suhu An'aerobik Terhadap Hasil Biogas Menggunakan Bahan Baku Limbah Kolam Ikan Gurame", *Jurnal TURBO*, 4(1), pp. 17-22
- Iriani, P., Suprianti, Y., Yulistiani, F., (2017). "Fermentasi Anaerobik Biogas Dengan Aklimatisasi dan Pengkondisian pH Fermentasi", *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan* 1(1), pp. 1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.33795/jtkl.v1i1.16>
- Mujdalipah, S., Dohong, S., Suryani, A., Fitria, A., (2014). "Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Produksi Biogas Menggunakan Digester Dua Tahap pada Berbagai Konsentrasi Palm Oil-Mill Effluent dan Lumpur Aktif". *agriTECH*, 34(1), pp. 56-64. DOI: <https://doi.org/10.22146/agritech.9523>
- Osorio F, Torres J.C.. 2009. *Biogas purification from anaerobic digestion in a wastewater treatment plant for biofuel production*. *Renewable Energy* Volume 34, Issue 10, October 2009, Pages 2164-2171. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.02.023>
- Romadhoni, H.A. dan Wesen, P., (2017). "Pembuatan Biogas Dari Limbah Pasar". *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 6(1), pp. 59-64.
- Sasmita A, Elystia S, Mulyadi R. 2022. Pengaruh Rasio Penambahan Air Terhadap Produksi Biogas dari Limbah Kampus Bina Widya Universitas Riau dengan Metode Wet Anaerobic Digestion. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan* Volume 6 Nomor 2 ISSN [e]: 2579-4264 DOI: <https://doi.org/10.26760/jrh.V6i2.117-126>
- Sugiyono. 2009. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sukmana, R.W., dan Anny Muljatiningrum. 2011. *Biogas dari Limbah Ternak*. Bandung: Nuansa.
- Sulistyo dan Yuli Yanti. 2022. *Biogas purification using the biosludge-dolomite mixture to improve methane gas purity in waste management practicum*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1001 012043.

- Suyitno, Muhammad Nizam dan Dharmanto. 2010. *Teknologi Biogas, Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Syafiuddin, M.A., Suwandi., Ajiwiguna, T.A., (2018). “Effect Of Em4 (Effective Microorganism) On Biogas Production With Raw Materials Waste Organik Household”, *J. eProceeding of Engineering*, 5(3), pp. 5762.
- Wahyuni, S. 2011. *Biogas, Sumber Biogas, Jenis digester dan Cara Membuat Instalasi Biogas, Cara Mengoprasikan untuk Rumah Tangga dan Listrik*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Zuliyana, Wirawan, S., Budhijanto, W., Cahyono, R. (2015). “Pengaruh Kadar Air Umpan dan Rasio C/N pada Produksi Biogas dari Limbah Organik Pasar”, *Jurnal Rekayasa Proses*, 9(1), pp. 22-27. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.24526>