



Pemanfaatan Energi Biogas dan Pupuk Organik Berbahan Kotoran Sapi Oleh Peternak Sapi Aditoya Sebagai Energi Alternatif dan Substitusi Kebutuhan Pupuk Pertanian Masyarakat

Willyanto Anggono, Sutrisno ✉, Yusak Tanoto, Ivan Christian Hernando, Chandra Waskito, Garincha Bintang Laksana

Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

| tengsutrisno@petra.ac.id ✉ | DOI: <https://doi.org/10.37729/abdimas.v7i4.3189> |

Abstrak

Jumlah sapi di desa Aditoya setiap keluarga memiliki satu sapi sehingga kotoran di setiap kandang menyebabkan bau yang tidak sedap. Hal ini disebabkan oleh gas amoniak pada kotoran sapi tersebut. Jumlah kotoran sapi yang dihasilkan cukup banyak dan menumpuk maka, perlu ada solusi untuk mengatasi kotoran sapi tersebut. Pada bidang pertanian, warga Aditoya mayoritas menggunakan pupuk kimia seperti urea, pnp, dan sebagainya yang berdampak pada tingkat kesuburan tanah semakin berkurang. Biogas merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan kotoran sapi yang mengandung gas amonik (berbau) sebagai bahan utama bahan bakar gas. Pemanfaatan biogas dapat mengubah perilaku masyarakat dalam pengolahan kotoran sapi sehingga lingkungan menjadi bersih dan sehat. Perilaku pembuangan kotoran sapi ke sungai atau lingkungan sekitar menyebabkan pencemaran air dan tanah. Kondisi ini memerlukan sarana dan fasilitas instalasi biogas yang dapat digunakan untuk mengubah kotoran sapi menjadi bahan bakar. Masyarakat secara mandiri dapat memanfaatkan sumber energi untuk kebutuhan sehari-hari dan pupuk kompos. Hasil kegiatan pengabdian menunjukkan warga telah berhasil membangun empat alat sekaligus instalasi penghasil biogas dan pupuk organik, serta menghasilkan efisiensi sebesar 10% dari keadaan sebelumnya yang masih 100% memanfaatkan LPG dan membuang limbah peternakan sapi peliharaannya.

Kata Kunci: Energi, Biogas, Pupuk organik, Pertanian



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. Pendahuluan

Energi terbarukan merupakan solusi untuk memperlambat kerusakan lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil. Salah satunya adalah teknologi biogas khususnya menggunakan bahan baku kotoran sapi. Selain itu sistem biogas mencegah terjadi polusi udara akibat penyebaran gas amoniak yang berbau akibat reaksi pembusukan kotoran. Beberapa tinjauan penelitian terdahulu bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi efisien proses biogas terdiri dari suhu, rasio karbon dan nitrogen, OLR dan waktu retensi (Mao *et al.*, 2015). Dimana OLR merupakan jumlah *solid-volatile* diberikan di dalam reaktor perhari saat proses fermentasi. Dalam proses pengembangan sistem biogas adalah peningkatan stabilitas dan efisiensi sangat direkomendasikan.

Gas metan (CH_4) hasil dari sistem biogas tidaklah sempurna, karena merupakan reaksi alami sehingga menimbulkan gas penghambat (*inhibitor*) (Anggono *et al.*, 2019). Pada penelitian tersebut dilakukan dampak tekanan dan gas karbondioksida terhadap proses pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pembakaran laminar campuran metana-udara menurun dengan peningkatan konsentrasi CO_2 dan tekanan campuran. Oleh karena itu, kecepatan pembakaran campuran biogas dapat menurun seiring dengan peningkatan jumlah CO_2 dalam gas. Pengaruh gas pengotor tersebut berdampak pada *Laminar Burning Velocity* dan *Markstein Length* pada pola api pembakaran (Anggono *et al.*, 2021). Proses perkembangan keilmuan tentang biogas sangat penting dalam peningkatan stabilitas dan efisien.

Biogas dapat digunakan dalam sel bahan bakar untuk konversi langsung menjadi listrik dan menarik bahan untuk produksi bahan bakar hidrogen dan transportasi yang merupakan jalur signifikan menuju pengembangan energi berkelanjutan (Kabeyi & Olanrewaju, 2022). Salah satunya bahan campuran untuk LPG yang memungkinkan dapat disimpan dan dimanfaatkan ketika dibutuhkan. Potensi ini dapat dilakukan dalam kelompok kecil seperti di dusun desa. Selain dapat langsung dimanfaatkan menjadikan sumber energi dalam kehidupan rumah tangga yaitu memasak. Berdasarkan beberapa referensi menyatakan bahwa biogas dapat menggunakan sampah TPA Cilowong seperti yang dilakukan oleh (Annur *et al.*, 2020). Beberapa penelitian melakukan upaya meningkatkan efisiensi proses biogas dengan cara menambahkan EM4 pada Biogas berbahan baku enceng gondok dan rumen sapi (Megawati, 2014). Penambahan limbah industri tahu sebagai Co-Subtrat (Saputra *et al.*, 2018), Subtrat dari campuran kotoran sapi dan rumput gajah (Haryanto *et al.*, 2019), bahan baku kotoran sapi dan kulit nanas (Suanggana *et al.*, 2022), bahan baku kotoran sapi dan jerami jagung (Evi Arianingsih *et al.*, 2021). Selain itu, Biogas dapat menggunakan bahan baku kombinasi yaitu kotoran ayam, sapi dan rumput gajah mini (Yahya *et al.*, 2018). Lama proses biogas berdasarkan hasil penelitian (Putri *et al.*, 2012) untuk produksi biogas lebih kurang pada 23 hari; untuk limbah tahu terjadi pada 36 hari dengan temperatur 35-40 °C (Kurniati *et al.*, 2021). Sedangkan (Shitophyta *et al.*, 2022) memaparkan bahwa *digester* tipe kontinyu dengan kapasitas 50 liter lebih tinggi dibandingkan dengan tipe *batch* 220 liter. Informasi ini akan dijadikan acuan dalam pengaplikasian terhadap kebutuhan masyarakat. Salah satunya (Paulus *et al.*, 2022) melakukan penerapan biogas untuk meningkatkan kesejahteraan petani, dimana Penerapan teknologi biogas dapat meningkatkan produksi tanaman padi sawah sebesar 62,5% dibandingkan dengan musim tanam sebelumnya.

Kawasan pertanian di dusun Aditoya, desa Jatigreges, kecamatan Pace, kabupaten Nganjuk memiliki kawasan pertanian yang dapat dinilai sebagai kawasan pertanian yang cukup unggul, produktif dan berkualitas untuk hasil panennya. Daerah tersebut ditanami dengan tiga kelompok tanaman yaitu, tanaman pangan (berupa padi dan ubi jalar), tanaman hortikultura (berupa bawang putih, bawang merah, dan daun bawang), serta bermacam macam tanaman hias. Selain tanaman, warga pada dusun Aditoya juga ada yang beternak sapi dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan diri sendiri atau dijual. Hal ini seiring yang dinyatakan oleh (Kabeyi & Olanrewaju, 2022) tentang transisi energi terbarukan.

Berdasarkan hasil observasi terlihat bahwa tanaman hortikultura berhasil ditanam dengan baik dan menjadi komoditas unggulan di dusun Aditoya, namun sebaliknya untuk komoditas tanaman pangan menjadi komoditas unggulan di desa-desa yang terletak diluar wilayah dusun Aditoya. Permasalahan lainnya yaitu terdapat aliran/keterkaitan komoditas unggulan baik pada internal maupun ke eksternal mempunyai pola yang tidak selaras.

Hal ini dapat terlihat dari penyebaran komoditas unggulan dan peredaran komoditas antar desa-desa sentra produksi dengan desa-desa pengolah hasil pertanian serta daerah pemasaran hasil pengolahan komoditas baik pada zona internal maupun eksternal wilayah kabupaten Nganjuk. Faktanya, dusun Aditoya merupakan daerah penghasil ubi dan tanaman hias di Jawa Timur, yang didukung adanya lahan yang subur, membuat masyarakat dusun Aditoya lebih gemar bertani daripada bekerja di bidang lainnya.

Kebanyakan masyarakat di dusun Aditoya, desa Jatigreges bermata pencaharian sebagai petani dan memiliki jumlah petani terbanyak di kecamatan Pace. Banyaknya masyarakat tani membuat daya tarik bagi program inovasi karena dimungkinkan perluasan dan pengembangan hasil berbagai inovasi untuk masyarakat petani yang lebih luas. Penghidupan masyarakat pada desa ini seperti kebanyakan petani pada Indonesia. Selain sebagai petani pengolah sawah serta ladang, secara umum juga memelihara sapi yang merupakan pelengkap aktivitas untuk pemenuhan kebutuhan hidup petani di desa. Inovasi teknologi biogas artinya suatu keinginan aplikasi inovasi yang telah lama dicita-citakan sang grup tani dengan menggunakan kotoran sapi atau ternak lainnya yang sampai saat ini belum dimanfaatkan secara baik meskipun jumlahnya sangat berlimpah serta cenderung mengotori lingkungan. Upaya yang ingin dilakukan adalah untuk pembentukan sistem biogas yang berasal dari kotoran binatang seperti ternak sapi.

Biogas merupakan produk akhir dari aktivitas anaerobik pada lingkungan tanpa oksigen yang dilakukan sang bakteri (Kabeyi & Olanrewaju, 2022). Limbah dari usaha peternakan binatang seperti feses, urin, sisa makanan ternak serta lainnya, yang dapat ditemukan di kandang ternak sapi bagian belakang rumah kelompok tani mampu dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas. Dengan adanya kegiatan pengabdian masyarakat ini beserta keinginan grup tani untuk berinovasi, kami akan menerapkan konsep biogas berasal dari kotoran ternak sapi di kelompok Tani sumber Urip desa Greges, khususnya di dusun Aditoya. Melalui kegiatan ini dapat memberikan pemahaman dan pencerahan kepada mitra kegiatan dalam upaya memenuhi kebutuhan gas, mengurangi pembelian gas elpiji, serta menggunakan limbah biogas sebagai pupuk.

2. Metode

Kegiatan pengabdian ini dilakukan bersama kelompok tani desa Greges, yang di wakili oleh petani dusun Aditoya yang bernama kelompok tani Sumber Urip dan beserta penduduk setempat yang berada di dusun Aditoya. Pada kegiatan pengabdian ini dilakukan beberapa tahapan meliputi FGD, kunjungan lapangan, pembuatan alat, hingga uji coba. Metode yang diterapkan didasarkan pada potensi permasalahan yang ada pada mitra dan solusi yang ditawarkan. Semua pelaksanaan akan dilakukan dengan cara diskusi (FGD) dan pendampingan dengan tujuan mencapai hasil yang paling memuaskan.

Tahapan pertama adalah melakukan diskusi dan tanya jawab terkait bentuk kegiatan yang akan dilakukan dengan cara menggali informasi sebanyak mungkin dari desa aditoya terkait mata pencarian masyarakat dan juga beberapa masalah yang terdapat di desa aditoya. Tahapan kedua adalah melakukan kunjungan lapangan untuk mengamati secara langsung kondisi dan tempat yang akan dilakukan pelaksanaan inovasi biogas dari olahan kotoran sapi. Tahap ketiga adalah dimana melakukan sosialisasi terhadap masyarakat sekitar untuk mengenalkan apa tujuan dari kegiatan ini.

Tahapan keempat adalah pembuatan alat untuk pembentukan biogas yang didapatkan dari olahan kotoran sapi. setelah dibuat akan dilakukan uji coba terhadap alat selama 1 bulan. setelah alat sudah selesai maka masyarakat akan dibimbing untuk menggunakan alat tersebut selama 3 bulan yang dimana diharapkan warga dapat mengoperasikan alat tersebut dan mendapatkan hasil yang maksimal.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahapan pertama dalam kegiatan Pengabdian pada masyarakat ini adalah melakukan diskusi dan tanya jawab kepada warga, terkait bentuk kegiatan yang akan dilakukan di desanya. Dengan cara menggali informasi sebanyak mungkin dari desa aditoya terkait mata pencarian masyarakat dan juga beberapa masalah yang terdapat di desa aditoya yang sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1**. Tahapan ini bertujuan agar kegiatan dapat tepat sasaran dan bermanfaat untuk pertumbuhan ekonomi dan memperkenalkan energi gas yang terbarukan.

Pada Tahapan yang kedua, yaitu melakukan kunjungan lapangan untuk mengamati dan mencermati secara langsung kondisi lapangan dan tempat yang akan dilakukan pelaksanaan inovasi biogas dari olahan kotoran sapi milik warga dari kelompok tani sumber urip. Yang disajikan pada **Gambar 1**. Melakukan survei tempat ini untuk menentukan dimana letak wadah penampung kotoran dari sapi agar dapat menghasilkan biogas dengan baik dan efisien dalam pangisian tabung biogas tersebut. Karena jarak akan berpengaruh pada hasil saat biogas digunakan.

Pada tahapan yang ketiga bertujuan untuk melakukan sosialisasi terhadap masyarakat sekitar untuk mengenalkan apa tujuan dari kegiatan ini. Dengan menggunakan beberapa metode. Metode instalasi biogas (Putri *et al.*, 2012) yang digunakan akan mengikuti beberapa tahapan sebagai berikut: Empathy, Pada tahap pertama ini, para peserta diinformasikan agar untuk lebih memahami dan mengerti tentang apa itu biogas, baik melalui kajian literatur, aplikasi pemakaian, maupun kesulitan atau kekurangan serta kelebihan yang dimiliki biogas (Kabeyi & Olanrewaju, 2022).



Gambar 1. Diskusi dan Peninjauan Lokasi Kelayakan Pemasangan Alat Pembuat Biogas

Rasa ingin tahu mengenai sifat dari lingkungan dan kebutuhan yang perlu disediakan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk para peserta. *Understand*, untuk tahap kedua ini, para peserta dihimbau untuk merumuskan dan menyimpulkan hasil eksplorasi tentang sifat dari lingkungan yang akan digunakan serta merumuskan kebiasaan-kebiasaan dari hewan ternak. *Idea*, pada tahapan ini, para peserta diberi kesempatan untuk mencurahkan gagasan yang dimiliki peserta tanpa ada batas, setelah itu mulai proses analisa satu-persatu hingga menghasilkan suatu mekanisme yang terpilih. Mekanisme inilah yang nanti akan dikembangkan lebih lanjut untuk mendapatkan mekanisme akhir yang paling sesuai dengan kondisi sifat dari lingkungan tersebut.

Dosen dan mahasiswa memiliki peran serta latar belakang bidang keilmuan sesuai dengan program kegiatan yang dilaksanakan. Hal tersebut bermanfaat dalam menangani masalah yang muncul dari pembuatan teknologi biogas pada mitra di lokasi. Kolaborasi yang baik antara dosen dan mahasiswa dalam pelaksanaan kegiatan merupakan salah satu implementasi dari merdeka belajar mahasiswa untuk menghasilkan produk yang setara dengan luaran mata kuliah.

Tahapan keempat adalah pembuatan alat untuk pembentukan biogas yang didapatkan dari olahan kotoran sapi. **Gambar 2** menunjukkan proses pengadaan alat dan bahan untuk proses pembuatan penampung dari kotoran sapi yang akan dimanfaatkan. Setelah seluruh alat dan bahan terkumpul maka mulailah pembuatan lubang di dalam tanah. Langkah awal yaitu menggali lubang serta menimbun tabung penampung kotoran sapi yang nantinya akan diubah untuk menjadi biogas. Setelah lubang untuk tabung telah sesuai dengan bentuk tabung langkah selanjutnya yaitu pembuatan tempat *mixing* kotoran sapi dengan air untuk ditampung (**Gambar 2**). Proses pengujian dilakukan selama 1 bulan. Setelah alat sudah selesai maka masyarakat akan dibimbing untuk menggunakan alat tersebut selama 3 bulan, warga diharapkan dapat mengoperasikan alat tersebut dan mendapatkan hasil yang maksimal.



Gambar 2. Proses Pengadaan Alat, Bahan, dan Pemasangan Tabung Penyimpan Kotoran Sapi Untuk Biogas



Gambar 3. Gas yang Dihasilkan Kotoran Sapi

Keseluruhan proses kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah berjalan dengan baik dan membuahkan hasil yang baik, dimana warga sekitar dapat menghemat pengeluaran gas untuk penggunaan gas hingga 10% tiap harinya. Dengan adanya biogas ini warga yang menerima manfaat ini menyampaikan kepuasannya terhadap hasil dari gas yang memiliki api yang berwarna biru (**Gambar 3**). Selain hasil api yang di hasilkan pada alat ini sangat puas. Tabung biogas ini juga memiliki hasil pupuk cair yang dapat digunakan untuk kebutuhan tanaman dan pertaniannya secara gratis. Karena gratisnya dari pupuk ini maka residu dari hasil pengolahan kotoran sapi ini dapat dimanfaatkan lagi untuk tanaman, dan mengurangi jumlah pembelian untuk pupuk non organik/ pupuk kimia yang sering digunakan (*Paulus et al., 2022*). Hasil residu ini tidak meninggalkan bau yang menyengat seperti bau kotoran. Melainkan tak berbau sama dengan tabung pengolahan kotoran sapi ini, yang ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Hasil Limbah dari Alat Biogas Berupa Pupuk Cair Organik

Dengan jumlah hasil dari pupuk cair yang melimpah pada 1 alat biogas, maka pupuk juga dapat diperjual belikan untuk menjadi variasi usaha yang ada di dusun aditoya dan dapat membantu memberi sumbangsih kepada penghematan jumlah subsidi pupuk pemerintah.

4. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat di desa Aditoya, kabupaten Nganjuk, provinsi Jawa Timur, ini sangat berdampak dalam membantu pemulihan ekonomi warga dengan memanfaatkan potensi limbah yang ada. Dalam pengabdian pada masyarakat ini juga sudah terpasang instalasi pengolahan biogas dan sudah berjalan dengan baik dan dapat menciptakan gas yang bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Tidak hanya itu limbah dari proses ini akan dapat membantu mensubstitusi kebutuhan pupuk organik pada proses pertanian.

Warga telah bahu-membahu dan secara guyub yang mencerminkan bukti dari identitas warga negara Indonesia yaitu menjadi masyarakat suka bergotong-royong. Hal seperti ini dapat secara konsisten menjadi titik perubahan teknologi dari dunia pendidikan kepada masyarakat secara bertahap, dan mampu menghasilkan 4 buah produk alat penghasil biogas dan pupuk organik, serta menghasilkan efisiensi sebesar 10% dari keadaan sebelumnya yang masih 100% memanfaatkan LPG dan membuang limbah peternakan sapi peliharaannya.

Acknowledgement

Terima kasih kepada LPPM Universitas Kristen Petra Surabaya yang telah memfasilitasi dan mendukung aktivitas pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat di sektor Perguruan Tinggi. Terima kasih diucapkan kepada Masyarakat di desa Aditoya Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur, dan bapak Pendeta GKJW aditoya selaku mitra dalam kegiatan ini.

Daftar Pustaka

- Anggono, W., Hayakawa, A., Okafor, E. C., & Gotama, G. J. (2019). Experimental and Numerical Investigation of Laminar Burning Velocities of Artificial Biogas Under Various Pressure and CO₂ Concentration. *E3S Web of Conferences*, 130, 01037. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913001037>
- Anggono, W., Hayakawa, A., Okafor, E. C., Gotama, G. J., & Wongso, S. (2021). Laminar Burning Velocity and Markstein Length of CH₄/CO₂/Air Premixed Flames at Various Equivalence Ratios and CO₂ Concentrations Under Elevated Pressure. *Combustion Science and Technology*, 193(14), 2369–2388. <https://doi.org/10.1080/00102202.2020.1737032>
- Annur, S., Kusmasari, W., Wulandari, R., & Sumiati, S. (2020). Pengembangan Biogas Dari Sampah Untuk Energi Listrik Dan Bahan Bakar Kompor Di Tpa Cilowong, Kota Serang, Banten. *KUAT: Keuangan Umum Dan Akuntansi Terapan*, 2(1), 48–51. <https://doi.org/10.31092/kuat.v2i1.823>
- Evi Arianingsih, Irdha Mirdhayati, & Anwar Efendi Harahap. (2021). Kualitas Biogas Berbahan Feses Sapi dan Jerami Jagung (*Zea mays L.*) pada C/N Rasio dan Lama Fermentasi yang Berbeda. *JURNAL TRITON*, 12(1), 58–67. <https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.155>
- Haryanto, A., Okfrianas, R., & Rahmawati, W. (2019). Pengaruh Komposisi Subtrat dari Campuran Kotoran Sapi dan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap Produktivitas Biogas pada Digester Semi Kontinu. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(1), 47. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.41125>
- Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. (2022). Biogas Production and Applications in the Sustainable Energy Transition. *Journal of Energy*, 2022, 1–43. <https://doi.org/10.1155/2022/8750221>
- Kurniati, Y., Rahmat, A., Malianto, B. I., Nandayani, D., & Pratiwi, W. S. W. (2021). Review Analisa Kondisi Optimum Dalam Proses Pembuatan Biogas. *Rekayasa*, 14(2), 272–281. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i2.11305>

- Mao, C., Feng, Y., Wang, X., & Ren, G. (2015). Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 540–555. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.032>
- Megawati, M. (2014). Pengaruh Penambahan Em4 (Effective Microorganism-4) Pada Pembuatan Biogas Dari Eceng Gondok Dan Rumen Sapi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2). <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3696>
- Paulus, J., Lengkey, L. C. C. E., & Najoran, J. (2022). Penerapan Teknologi Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar dan Pupuk Organik untuk Meningkatkan Kesejahteraan Petani di Desa Pinaling Minahasa Selatan. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 220–227. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.8.2.220-227>
- Putri, D. A., Saputro, R. R., & Budiyo, B. (2012). Biogas Production from Cow Manure. *International Journal of Renewable Energy Development*, 1(2), 61–64. <https://doi.org/10.14710/ijred.1.2.61-64>
- Saputra, F., Sutaryo, S., & Purnomoadi, A. (2018). Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tahu sebagai Co-Subtrat untuk Produksi Biogas Utilization of Tofu Cake as Co-Substrate in Biogas Production. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(3). <https://doi.org/10.17728/jatp.2315>
- Shitophyta, L. M., Darmawan, M. H., & Rusfidiantoni, Y. (2022). Produksi Biogas dari Kotoran Sapi dengan Biodigester Kontinyu dan Batch: Review. *Journal of Chemical Process Engineering*, 7(2), 85–90. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v7i2.903>
- Suanggana, D., Haryono, H. D., Djafar, A., & Irawan, J. (2022). Potensi Produksi Biogas Dari Anaerobic Digestion Kotoran Sapi Dan Kulit Nanas Sebagai Sumber Energi Rice Cooker Biogas. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i1.1246>
- Yahya, Y., Tamrin, T., & Triyono, S. (2018). Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, Dan Rumput Gajah Mini (*Pennisetum Purpureum* Cv. Mott) Dengan Sistem Batch. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 6(3), 151. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v6i3.151-160>