



## Penyuluhan Bank Sampah dan Pemilahan Sampah Bahan Baku Biogas Skala Rumah tangga

Yani Prabowo<sup>1</sup>, Swasti Broto<sup>2</sup>, Nazori AZ<sup>3</sup>, Grace Gata<sup>4</sup>, Siswanto<sup>5</sup>, Yuliazmi<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

<sup>23</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur

<sup>46</sup>Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

<sup>5</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

<sup>1</sup>[yani.prabowo@budiluhur.ac.id](mailto:yani.prabowo@budiluhur.ac.id), <sup>2</sup>[swasti.broto@budiluhur.ac.id](mailto:swasti.broto@budiluhur.ac.id), <sup>3</sup>[nazori@budiluhur.ac.id](mailto:nazori@budiluhur.ac.id)

<sup>4</sup>[grace.gata@budiluhur.ac.id](mailto:grace.gata@budiluhur.ac.id), <sup>5</sup>[siswanto@budiluhur.ac.id](mailto:siswanto@budiluhur.ac.id), <sup>6</sup>[yuliazmi@budiluhur.ac.id](mailto:yuliazmi@budiluhur.ac.id)

### Abstract

*In the implementation of Tridharma Peguruan Tinggi activities, especially in the field of community service, Budi Luhur University collaborates with residents of Pondok Lakah Permai Ciledug housing, to collaborate in household scale waste management to be used as biogas raw material. The problems faced by residents and environmental managers are rubbish that is not transported then decomposed, the effects of rotting garbage in the open are certainly not good for health. If the waste processing is done by burning it will cause air pollution. To overcome these problems, the waste is processed into biogas through a fermentation process. The fermentation process is used to decompose organic waste into methane gas that can be used for cooking. The role of the community is very necessary to collect raw materials for waste and sort organic and inorganic waste. The purpose of this community service activity is to provide training to residents of Pondok Lakah Permai Ciledug to separate waste from household waste to be processed into biogas and form a waste bank to collect garbage from residential residents. The method used is to provide counseling and proceed with making biodigesters to process the waste. The results achieved in this activity are that the community has understood to protect the environment and can operate biodigesters so that the garbage that had piled up is now processed into biogas.*

Keywords: garbage bank, biogas, counseling

### Abstrak

Dalam pelaksanaan kegiatan Tridharma Peguruan Tinggi terutama bidang pengabdian kepada masyarakat, Universitas Budi Luhur bekerjasama dengan warga perumahan Pondok Lakah Permai Ciledug, melakukan kerjasama pada bidang pengelolaan sampah skala rumah tangga untuk dijadikan sebagai bahan baku biogas. Permasalahan yang dihadapi oleh warga dan pengelola lingkungan tersebut adalah sampah yang tidak terangkut kemudian membusuk, efek dari sampah yang membusuk di tempat terbuka tentunya tidak baik untuk kesehatan. Jika pengolahan sampah dilakukan dengan cara pembakaran akan menimbulkan polusi udara. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka sampah diolah menjadi biogas melalui proses fermentasi. Proses fermentasi digunakan untuk menguraikan sampah organik menjadi gas metana yang dapat digunakan untuk memasak. Peran masyarakat sangat diperlukan untuk mengumpulkan bahan baku sampah dan memilah sampah organik dan non organik. Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini memberikan pelatihan kepada para warga Pondok Lakah Permai Ciledug untuk melakukan pemisahan sampah dari limbah rumah tangga untuk diolah menjadi biogas dan membentuk bank sampah untuk mengumpulkan sampah dari warga pemukiman. Metode yang dilakukan adalah dengan memberikan penyuluhan dan dilanjutkan dengan pembuatan biodigester untuk mengolah sampah tersebut. Hasil yang dicapai dalam kegiatan ini adalah masyarakat sudah paham untuk menjaga lingkungan dan dapat mengoperasikan biodigester sehingga sampah yang tadinya menumpuk saat ini sudah diolah menjadi biogas.

Kata Kunci: bank sampah, biogas, penyuluhan

## 1. Pendahuluan

Sampah merupakan hasil dari kegiatan aktifitas manusia yang mempunyai dampak terhadap lingkungan. Pada dasarnya sampah ada dua macam non organik dan organik. Jika sampah tidak diolah dengan baik maka berdampak buruk terhadap kesehatan manusia. Ada beberapa cara untuk menangani masalah sampah, bisa dengan cara daur ulang untuk sampah non organik dan dijadikan kompos untuk sampah organik [1]. Pada proses pengolahan sampah organik menjadi kompos maka akan melalui proses pembusukan, dalam proses pembusukan ini akan mengeluarkan gas metana dengan bantuan bakteri. Proses pembentukan gas ini disebut dengan Proses degradasi material organik ini tanpa melibatkan oksigen disebut an aerobic digestion, gas yang dihasilkan sebagian besar gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan beberapa kandungan yang jumlahnya kecil diantaranya hydrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan ammonia ( $\text{NH}_3$ ) serta hydrogen dan ( $\text{H}_2$ ), nitrogen yang kandungannya sangat kecil. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana ( $\text{CH}_4$ ). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor) pada biogas, dan sebaliknya semakin kecil kandungan metana semakin kecil nilai kalor [2].

Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Hidrogen sulphur mengandung racun dan zat yang menyebabkan korosi, bila biogas mengandung senyawa ini maka akan menyebabkan gas yang berbahaya sehingga konsentrasi yang di ijinakan maksimal 5 ppm. Bila gas dibakar maka hidrogen sulphur akan lebih berbahaya karena akan membentuk senyawa baru bersama-sama oksigen, yaitu sulphur dioksida/sulphur trioksida ( $\text{SO}_2/\text{SO}_3$ ) [3].

Desain alat penangkap gas metan menjadi biogas yang mudah dirakit, murah dan berkinerja baik yang terbuat dari plastik polyethylene untuk skala kecil Untuk memanfaatkan sampah menjadi energi alternatif pengganti minyak tanah perlu alat untuk menangkap gas metan yang terkandung dalam sampah. pernah dilakukan penelitian ini dengan spesifikasi sebagai berikut: biodigester dengan volume total 2 m<sup>3</sup> berbahan dasar plastic polyethylene, waktu proses 40 hari, isian bahan 25 kg/hari, luas lahan 2 m<sup>2</sup>, dan memiliki penampung gas dengan dimensi panjang 2m, lebar 1m dan tinggi 1m [4].

Biogas memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya. Energi biogas dapat diperoleh dari air limbah rumah tangga, kotoran hewan ternak, sampah organik dari pasar, sampah daun kering, industri makanan dan sebagainya. Bahan input produksi biogas menjadi tersentralisir dan ketersediannya terjamin secara kontinyu karena mudah didapat. Selain potensi yang besar, pemanfaatan energi biogas dengan digester biogas memiliki banyak keuntungan, yaitu

mengurangi efek gas rumah kaca, mengurangi bau yang tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, menghasilkan panas dan daya (mekanis/listrik). Pemanfaatan limbah dengan cara seperti ini secara ekonomi akan sangat kompetitif seiring naiknya harga bahan bakar minyak [5].

Pembuatan biogas sebagai sumber energi terbarukan sangatlah mudah, sampah organik khususnya sayuran kita lakukan pemilahan sebelumnya dan digunakan sebagai bahan dasar pembentuk biogas, jenis sampah sayuran yang digunakan ialah jenis kubis, sawi dan kolkolan, ketiga jenis sayuran tersebut memiliki unsur alamiah gas niterogen lebih banyak dibanding jenis sayuran lainnya, oleh karena itu penggunaan bahan biogas dari jenis sayuran kubis, sawi dan kol-kolan sangatlah membantu mempercepat waktu proses dalam pembentukan biogas [6]. Pengolahan sampah menjadi bahan baku biogas pernah dilakukan di Desa Jemberarum kabupaten Kendal, dengan menggunakan bahanbaku kotoran sapi [7].

Ciledug adalah sebuah kecamatan yang terletak di Kota Tangerang, Provinsi Banten, Indonesia. Paninggilan adalah sebuah kelurahan di wilayah Kecamatan Ciledug, Kota Tangerang, Provinsi Banten, Indonesia. Kelurahan ini memiliki 38 rukun tetangga dan 18 rukun warga. Perumahan Lakah Permai adalah bagian dari kelurahan Paninggilan. Dilingkungan yang cukup padat tersebut, mempunyai masalah mendasar adalah pengelolaan sampah limbah rumah tangga. Selama ini sampah hanya ditampung di tempat penampungan sementara (TPS) sebelum sampah diangkut ke tempat penampungan akhir. Sering kali sampah tidak terangkut karena keterbatasan armada pengangkut. Sehingga sampah tersebut membusuk di lokasi TPS. Diperlukan solusi untuk mengatasi limbah sampah rumah tangga tersebut selain dibuang ke TPA adalah diolah kembali menjadi bahan baku biogas.

Namun pengolahan sampah menjadi biogas belum banyak dilakukan masyarakat, termasuk masyarakat di Perumahan Pondok Klakah Permai. Hal ini disebabkan oleh masih kurangnya pemahaman tentang teknologi biogas ini. Padahal teknologi pembuatan biogas dari sampah atau kotoran ternak merupakan teknologi tepat guna (TTG) yang tidak sulit untuk diterapkan di masyarakat. Melalui kegiatan pengabdian ini dilakukan penyuluhan dan penerapan reaktor biogas yang siap untuk diterapkan di masyarakat/pengguna [8].

Pemanfaatan limbah organik dari rumah tangga sangat berpotensi untuk dikembangkan Limbah sampah sayuran yang sebagian besar berasal dari pasar tradisional seringkali terbuang begitu saja ataupun sebatas dijadikan pakan ternak. Sampah sayuran sesungguhnya merupakan limbah organik yang berpotensi untuk diolah menjadi biogas. Reaksi yang terjadi dalam pembentukan biogas meliputi tiga tahap, yaitu tahap hidrolisis, tahap pengasaman, dan tahap metanogenik [9].

Bahan baku sampah rumah tangga sering kali tercampur dengan sampah yang tidak terurai untuk mengaktifkan reaktor biogas berbahan bakar sampah, diperlukan sampah yang berkualitas [9]. Hal ini karena masyarakat masih sering mencampur berbagai macam sampah dalam satu wadah, sehingga menyulitkan untuk proses fermentasi pada reaktor. Untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan diadakan kegiatan penyuluhan pemilahan sampah sebagai bahan baku reaktor biogas di lingkungan Perumahan Pondok Lakah Permai[10].

Target yang ingin dicapai dari pelaksanaan program pelatihan ini adalah warga pelatihan akan dapat mengelola masalah sampah di lingkungan terutama sampah sebagai bahan baku reaktor biogas dan dapat mengoperasikan reaktor tersebut. Dalam kegiatan ini terjalin kerjasama antara Universitas Budi Luhur dengan warga perumahan Lakah Permai, dimana Universitas Budi Luhur berpartisipasi dalam pembangunan lokal dan regional melalui pengabdian pada masyarakat sebagai salah satu bagian tri dharma perguruan tinggi.

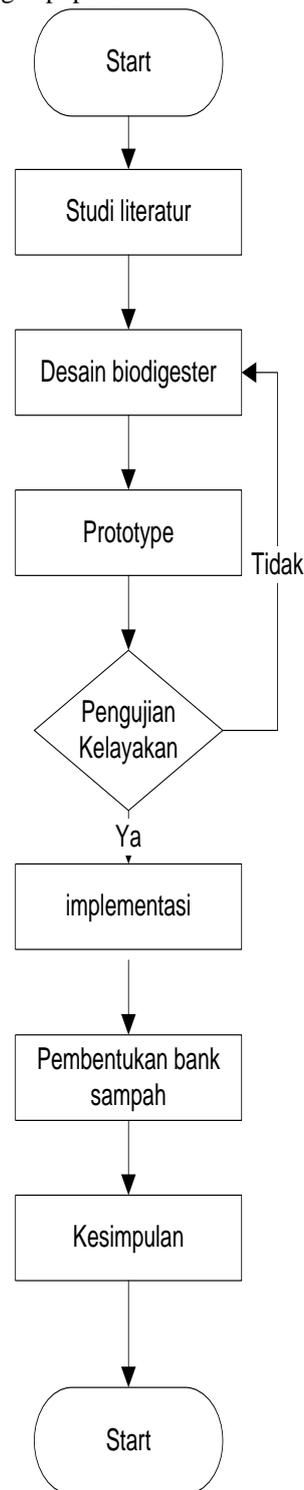
Dalam kegiatan ini menitik beratkan pada edukasi pemilihan sampah sebagai bahan baku pembuatan biogas dari sampah organik yang dihasilkan oleh setiap rumah tangga. Beragam jenis limbah kotoran selalu tersedia, terutama di daerah pemukiman dan sentra peternakan. Bahan baku juga dapat diperoleh dari limbah pertanian, berupa sisa hasil panen dan tumbuhan-tumbuhan liar atau limbah rumah tangga. Namun, setiap bahan baku memiliki nilai tertentu, baik berdasarkan nilai ekonomis maupun kemampuannya dalam menghasilkan biogas [11]. Berikut ini beberapa jenis bahan baku yang bisa digunakan untuk biogas seperti limbah peternakan kotoran sapi, kerbau, limbah pertanian seperti sisa hasil panen padi, kelapa sawit, limbah rumah tanaman perairan seperti eceng gondok, alga dan limbah berasal sampah organik yang dihasilkan dari rumah tangga, pasar, atau industri dapat juga diolah menjadi biogas. Proses pembuatannya dapat diintegrasikan dengan produksi kompos sehingga mendapatkan dua keuntungan sekaligus [12].

## 2. Metode Pengabdian Masyarakat

Selama ini masyarakat di Perumahan Pondok Lakah Ciledug belum mengenal sama sekali tentang reaktor biogas dari sampah rumah tangga dan bank sampah. Berdasarkan hal tersebut maka dibuatlah pelatihan ini, kegiatan dilakukan dengan urutan sebagai berikut pada gambar 1 flowchart kegiatan.

Kegiatan dimulai ketika tim menemukan masalah dilokasi, dimana pada lingkungan tersebut sampah organik yang dibuang begitu saja dan menumpuk belum dimanfaatkan sebagai biogas. Kemudian dicari solusi untuk mengatasi sampah tersebut dengan mengolah sampah menjadi biogas dengan merancang pembuatan biodigester. Manfaat yang diperoleh bersifat

ganda, yaitu dapat dihasilkan biogas sebagai bahan bakar sekaligus pupuk.



Gambar 1. Flowchart Kegiatan

Belum dimanfaatkannya sampah organik tersebut bukan berarti khalayak sasaran tidak mau menerapkan, tetapi lebih ke persoalan pengetahuan dan keterampilan. Warga tidak tahu, bagaimanakah

membuat reaktor biogas, cara mengoperasikannya, serta bagaimana memanfaatkan gas yang dihasilkan. Atas dasar kondisi/permasalahan ini, maka kerangka pemecahan masalahnya dapat dibuat bagan seperti di bawah. Salah satu cara untuk mengatasi kondisi ini adalah dengan memberikan pelatihan keterampilan atau pendampingan bagaimanakah teknik pembuatan reaktor biogas, mengoperasikan, serta memanfaatkan gas yang dihasilkan dan pembentukan bank sampah. Dalam kegiatan ini juga akan diberikan pelatihan keterampilan bagaimana cara mengolah limbah biogas untuk dijadikan pupuk kompos. Sesuai permasalahan di lapangan, tim pelaksana akan merealisasikan kegiatan antara lain: Membuat satu unit reaktor biogas dan memberikan pelatihan kepada khalayak sasaran tentang bagaimana cara membuat reaktor biogas. Memberikan pelatihan kepada khalayak sasaran tentang bagaimana cara mengoperasikan reaktor biogas serta memanfaatkan gas yang dihasilkan untuk bahan bakar. Memberikan pelatihan kepada khalayak sasaran tentang bagaimana memanfaatkan limbah biogas untuk diolah menjadi pupuk kompos. Mengetahui bagaimana dampak dan tanggapan khalayak sasaran terhadap penerapan reaktor biogas. Sesuai dengan tujuan kegiatan, metode yang akan ditempuh dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini antara lain dengan ceramah, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan evaluasi dimana dapat diperinci sebagai berikut:

### 2.1 Persiapan

Kegiatan pelatihan ini dirancang agar masyarakat dapat memahami mengenai instalasi reaktor biogas dan memilah sampah yang akan digunakan untuk bahan baku biogas.

### 2.2 Pelaksanaan

Pada pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa perakitan dan implementasi dijadwalkan selama 5 hari yaitu pada tanggal 15 Desember 2019 sampai 20 Januari 2020. Dalam pelatihan ini metode yang akan digunakan adalah mengombinasikan ceramah, diskusi, tutorial, praktik, dan tanya jawab. Adapun kegiatan tersebut dapat diperinci sesuai dengan tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Metode Pelaksanaan

Materi	Metode Kegiatan
Survey	21 Oktober
Pembuatan proposal	23-29 Oktober
Penyuluhan	15 Desember
Pembuatan instalasi	20 Januari
Pembuatan Laporan akhir	30 Januari

## 3. Hasil dan Pembahasan

Bahwa telah dilaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan pada bulan Desember 2019, dalam kegiatan tersebut difokuskan pada pengenalan reaktor biogas untuk masyarakat Pondok Lakah Peninggilan.

Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini diawali dengan komunikasi antara dosen Universitas Budi Luhur yang turun ke lingkungan Pondok Lakah Permai, bertemu dengan beberapa warga dan ketua RT dan RW di lingkungan tersebut. Kegiatan tersebut akan menjadi percontohan pengolahan sampah karena permasalahan yang dihadapi oleh warga lingkungan tersebut adalah sampah yang sering terlambat diangkut oleh petugas kebersihan sehingga sampah tersebut membusuk.

Pada kegiatan tersebut diperkenalkan kepada masyarakat untuk mengolah limbah rumah tangga menjadi bahan bakar alternatif yaitu biogas. Hal ini dilakukan karena sampah pada lingkungan tersebut sangat banyak sedangkan sistem pengolahan sampah sampai saat ini hanya ditumpuk pada tempat pembuangan sementara (TPS) di komplek tersebut.

Kegiatan diawali dengan mengundang seluruh warga dari komplek tersebut kemudian dilakukan sambutan oleh ketua RT dan RW, setelah itu baru dipaparkan mengenai materi dasar pengetahuan biogas. Setelah itu ada sesi waktu tanya jawab, hal yang ditanyakan oleh warga adalah bagaimana pertama kali untuk membuat biogas. Kegiatan sosialisasi kepada warga di sajikan pada gambar 2



Gambar 2. Kegiatan Sosialisasi Penyuluhan Pemisahan Bahan Baku Biogas

Dalam kegiatan tersebut para warga diminta untuk menyisahkan antara sampah organik dan non organik, pemisahan sampah diperlukan dari dimulai dari tingkat rumah tangga, setelah dipilah dan disetorkan ke bank

sampah. Petugas bank sampah akan mencatat sampah dari warga dan memberikan harga sesuai dengan kesepakatan bersama sesuai dengan jenisnya. Setelah sampah organik terkumpul maka dimasukkan kedalam reaktor biogas. Reaktor biogas diperlukan untuk proses pembusukan sampah tersebut kemudian sampah yang tadi membusuk akan menghasilkan gas metana. Dari sampah yang terkumpul nantinya akan dimasukkan kedalam reaktor biogas, reaktor biogas ini terbuat dari tabung tandon air 1000 liter yang sudah dimodifikasi menjadi reaktor. Sampah organik yang didapat dari warga akan dilakukan pencacahan untuk memudahkan penguraian oleh bakteri. biogas adalah bahan bakar gas yang dihasilkan dari sumber daya hayati (biologi). Bukan sembarang sumber hayati, karena biogas ini bisa dihasilkan dari fermentasi sampah dan limbah organik yang menumpuk tak terolah maksimal. Kelebihan sumber energi dari biogas adalah bersifat *renewable* (dapat diperbaharui) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*). Teknologi untuk mengolah sampah organik menjadi biogas disebut proses fermentasi. Fermentasi ini telah lama dan sering digunakan untuk membuat produk makanan dan minuman. Jika yang difermentasi adalah buah-buahan, maka yang dihasilkan adalah vinegar, jika yang difermentasi adalah singkong atau ketan hitam, yang dihasilkan adalah tape. Sampah organik yang difermentasi akan menghasilkan gas metana/metan ( $CH_4$ ), karbondioksida ( $CO_2$ ), dan sedikit gas lainnya ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ , dan  $H_2S$ ). Fermentasi sampah organik menyertakan bau tak sedap serupa bau ketika buang angin. Hal itu karena fermentasi sampah organik oleh bakteri anaerob/bakteri pembangkit metan menyisakan gas  $H_2S$ . Fermentasi sampah organik menghasilkan gas-gas yang dapat dipisahkan berdasarkan tekanannya. Biogas yang terpisahkan adalah gas metan. Ini serupa dengan gas elpiji dari gas alam. Bedanya, gas elpiji memiliki lebih dari satu atom C (karbon), sedangkan metan hanya memiliki satu atom C. Sampah atau limbah organik untuk fermentasi terlebih dahulu harus sudah terkumpul di satu tempat. Sampah organik dalam jumlah tertentu dicampurkan dengan bakteri anaerob pembangkit metan. Proses fermentasi berlangsung dalam wadah yang disebut *digester* yang dibuat dari material *fiberglass* dalam waktu tertentu. Biogas yang dihasilkan dialirkan ke tabung khusus, terpisah dengan gas sampingan lainnya. Proses dapat dilakukan terus menerus. Misalnya proses awal berlangsung selama 5 hingga 7 hari, maka selanjutnya bahan baku sampah dapat ditambahkan berikut inokulum bakteri anaerob, dan proses berlangsung kembali. Biogas yang dihasilkan dapat terus ditambahkan/dialirkan ke dalam tabung penampung kedap udara (tanpa Oksigen). Setelah itu dapat digunakan untuk memasak dengan menggunakan kompor gas yang sudah dimodifikasi, pada gambar . Adalah instalasi biogas.



Gambar 4. Adalah instalasi biodigester terpasang.

Pembuatan biodigester ini dapat diterapkan secara komunal di setiap lingkungan perumahan dengan pengelolaan oleh warga sendiri dengan cara membuat bank sampah dan warga diminta untuk menyetorkan sampah dari rumah tangga kemudian dipilah berdasarkan sampah organik dan non organik. Pihak bank sampah ini dapat menetapkan harga jual atau beli dari sampah masyarakat dengan harga yang ditetapkan bersama. Seandainya dalam setiap rumah tangga dalam satu hari menghasilkan 2 Kg sampah dan dalam satu lingkungan perumahan ada 100 rumah tangga. Maka akan menghasilkan sampah sampai 200Kg sampah dalam satu hari atau 1,4 Ton dalam 1 minggu.

#### 4. Kesimpulan

Kegiatan ini telah dilaksanakan dan mendapat sambutan yang positif oleh masyarakat karena membantu mengatasi permasalahan yang ada terutama masalah sampah yang sering tidak terangkut. Dengan pengolahan sampah maka lingkungan menjadi bersih dan masyarakat dapat biogas secara gratis untuk memasak.

Terkait dengan hal ini perlu ditingkatkan kesadaran pada masyarakat terutama untuk memilah sampah sesuai dengan kelompoknya dan perlu dikembangkan untuk tingkat yang lebih tinggi missal di tingkat kelurahan atau pemerintah daerah terutama untuk mengatasi masalah sampah pasar.

#### Daftar Rujukan

- [1] Darmawati,dkk., 2015,Pemanfaatan Cairan Isi Rumen Sapi dan Sampah Organik dalam Memproduksi Biogas sebagai Pengembangan Handout Biologi, Universitas Riau Pekanbaru, Vol.12. No.1,7-14.
- [2] Agusman, D., Rifky ,Buono, A.K, 2017, Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah, Universitas Muhammadiyah Prof. DR HAMKA, Jakarta, Vol. 2.
- [3] Mujahidah, Mappiratu ,Sikanna, R., 2013, Kajian Teknologi Produksi Biogas Dari Sampah Basah Rumah Tangga, Universitas Tadulako Vol. 2 (1) : 25-34
- [4] Parta and Karmiadji, D. W. (2017) ‘Analisis Desain Digester Pada Pengolahan Sampah Untuk Bahan Bakar Rumah Tangga’, *Teknobiz*, 7(3), p. 5.
- [5] Rahajeng A.M., Olivia I. A., Eko N., 2019, Pengaruh Kotoran

- Sapi Dan Ukuran Partikel Terhadap Pembentukan Biogas, *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, Vol. 5 No. 2 Agustus 2019 pp. 41-46 p-ISSN : 1978-8789, e-ISSN : XXXX-XXXX <http://distilat.polinema.ac.id>
- [6] Sutrisno, J., 2010 'Pembuatan biogas dari bahan sampah sayuran (kubis, kangkung dan bayam)', *Jurnal Teknik Waktu*, 8(1), pp. 108–121.
- [7] Sunyoto, Danang D.S., 2016, 'Pengolahan Sampah Organik Menggunakan Reaktor Biogas Di Kabupaten Kendal', *Rekayasa*, 14(1), pp. 29–36.
- [8] Ramli, Hartono., 2015, *Produksi Biogas Limbah Isi Rumen Sapi Asal Rumah Pematongan Hewan*, Universitas Negeri Makassar
- [9] Felix, A., Paramitha and Ikhsan, D. (2012) 'Pembuatan Biogas Dari Sampah Sayuran', *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), pp. 103–108.
- [10] Marsudi, M. (2012) 'Produksi Biogas Dari Limbah Rumah Tangga Sebagai Upaya Mengatasi Krisis Energi Dan Pencemaran Lingkungan', *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 1(2), pp. 77–85. doi: 10.24127/trb.v1i2.650.
- [11] Sutrisno, Nelson and Sumarsono, T. (2015) 'Pengolahan Sampah Organik Pasar Angso Duo Jambi Menjadi Biogas Bagi Masyarakat Sekitar', *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 30(September), pp. 53–57.
- [12] Megawati, M., 2014, Pengaruh Penambahan Em4 (Effective Microorganism-4) Pada Pembuatan Biogas Dari Eceng Gondok Dan Rumen Sapi". *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3.