

PENGARUH PENGADUKAN TERHADAP PROSES PEMBUATAN BIOGAS (REVIEW)

Dela Adelia, Sandra Santosa

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
Delaadelia26@gmail.com, [san_sant10@yahoo.com]

ABSTRAK

Studi literatur ini berisi tentang pengaruh pengadukan proses biogas yang dihasilkan dari proses biogas MSW (*Municipal Solid Waste*) dan Sampah Organik. Metode yang digunakan yaitu dengan *review* 15 jurnal terkait proses biogas dengan pengadukan dan tanpa pengadukan, kemudian dianalisa, dan disimpulkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui hasil produksi biogas MSW (*Municipal Solid Waste*) dan sampah organik menggunakan pengadukan dan tanpa pengadukan terhadap jumlah gas metana yang dihasilkan. Hasil analisa mendapatkan data tertinggi menggunakan pengadukan yaitu sebesar 717 liter dengan kecepatan pengadukan 10 rpm berbahan baku kotoran sapi + limbah rumah potong hewan dengan waktu fermentasi 20 hari berkapasitas $\pm 5,2$ liter dibandingkan dengan hasil yang tidak menggunakan pengadukan menghasilkan sebesar 102,9 liter berbahan baku kotoran sapi dan rumput gajah berkapasitas 100 liter waktu fermentasinya 60 hari. Hal ini dapat disesuaikan berdasarkan pernyataan teori bahwa proses pengadukan dapat menggeser waktu produksi biogas satu atau dua hari lebih awal dibandingkan reaktor yang tidak dilakukan pengadukan, sehingga dengan pengadukan akan mempercepat terbentuknya biogas.

Kata kunci: *Biogas, Pengadukan, Volume Biogas*

ABSTRACT

This literature study contains the effect of agitation reactor of biogas from the MSW (Municipal Solid Waste) and Organic Waste. The method of this research this using review of 15 journals related to the biogas process with agitation and without agitation, then analyzed, and concluded. This study aims to determine the results of biogas production and MSW (Municipal Solid Waste) organic waste with or without agitation the amount of methane gas produced. The results of the highest analytical data were obtained of 717 liters an agitation speed of 10 rpm made from cow waste + slaughterhouse waste with 20 days fermentation time with a capacity of ± 5.2 liters compared with the results that do without agitation obtained of 102.9 liters made from cow waste and elephant grass with a capacity of 100 liters for 60 days fermentation. This can be adjusted based on the teory statement that the agitation process can shift the time of biogas production one or two days earlier than reactors that are not agitated, hence agitation will accelerate the formation of biogas.

Keywords: *Biogas, Agitation, Volume Biogas*

1. PENDAHULUAN

Sampah menjadi masalah utama yang terjadi di perkotaan besar, bahkan sudah menjadi masalah tingkat nasional. Sumber utama sampah di Indonesia adalah sampah rumah tangga, yang sebagian besar (50-70%) merupakan sampah yang mudah membusuk

berasal dari sisa makanan, kulit buah, sayuran, dan lain sebagainya [1]. Permasalahan lain yang saat ini harus diperhatikan dan diatasi yaitu kelangkaan energi bahan bakar. Energi yang selalu dipakai secara terus-menerus oleh penduduk hingga mengalami penurunan hasil produksi bahan bakar. Salah satu teknologi yang dapat mengatasi ialah teknologi biogas [2]. Biogas dapat terbentuk dengan bantuan digester dengan bahan baku sampah organik. Biodigester merupakan ruang tertutup yang digunakan untuk proses fermentasi sampah yang dibantu dengan mikroba [3]. Dengan menggunakan *biodigester* diharapkan dapat mempercepat proses fermentasi sampah rumah tangga menjadi bahan alternatif biogas karena keadaan biodigester yang kedap udara.

Proses dari biogas ini yaitu terjadinya penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi *anaerob* mampu menghasilkan gas-gas seperti CH₄, CO₂, H₂S, H₂O dan gas-gas lain. Gas metana (CH₄) memiliki nilai kalor atau panas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Dekomposisi anaerob menghasilkan biogas yang terdiri dari metana (50 – 70 %), karbondioksida (25 – 45 %) dan sejumlah kecil hidrogen, nitrogen, hidrogen sulfida [4].

Proses pengadukan dapat menggeser waktu produksi biogas menjadi satu sampai dua hari lebih awal dibanding reaktor yang tidak dilakukan pengadukan [5]. Maka dengan melakukan pengadukan akan membuat proses fermentasi maksimal karena bahan baku biogas menjadi homogen. Apabila tidak ada pengadukan akan terdapat endapan pada dasar tangki dan akan terbentuk busa pada permukaan yang akan menyulitkan keluarnya gas. Masalah tersebut terjadi lebih besar pada proses yang menggunakan bahan baku limbah sayuran dibandingkan yang menggunakan kotoran ternak.

Menurut penelitian terdahulu, maka *review* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh produksi biogas sampah organik terhadap jumlah gas metana yang dihasilkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur. Studi literatur dilakukan oleh peneliti untuk mendapatkan data dari berbagai sumber tertulis, baik berupa jurnal, artikel, buku-buku, arsip, majalah ataupun dokumen. Data yang telah dikumpulkan akan dianalisis dengan cara membandingkan dari berbagai sumber hingga mendapatkan hasil yang optimal.

2.1. Menggunakan Perlakuan Pengadukan

Menurut Mohammad, dkk. [6] pada penelitiannya menggunakan alat bioreaktor kapasitas 300 ml, menggunakan bahan campuran limbah domestik + rumen sapi dan air. Untuk mengetahui pengaruh pengadukan terhadap produksi biogas, maka bahan yang sudah dicacah atau diblender dimasukkan ke bioreaktor yang sudah ditambah ekstrak rumen dan diencerkan sesuai dengan yang diinginkan, pada masing-masing pengenceran dilakukan tiga variasi pengadukan yaitu satu reaktor diaduk 1 kali dalam sehari dan satu reaktor dikocok tiga kali dalam sehari selama ±20 hari.

Menurut Pranata, dkk. [7] yang melakukan penelitian menggunakan bahan limbah padat ikan pari + rumen sapi + air, kemudian dilakukan pengenceran yaitu 16,5, 37,5, 64, 100 dan 150 ml dengan jumlah sampel dan rumen yang sama yaitu 100 gram dan 50 gram. Pengadukan dilakukan sebanyak 1 kali sehari, 3 kali sehari dan tanpa pengadukan sebagai control. Menurut Hardhani, dkk. [8] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku feses sapi madura + air, kapasitas digester 1000 ml, perbandingan 1:1 dilakukan pengadukan

secara kontinyu selama 2 HRT (50 hari), sehingga produksi gas metan harian dengan pengadukan menghasilkan gas metan yang lebih rendah dibandingkan tanpa pengadukan.

Menurut Sudarno, dkk. [9] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku limbah dapur + starter ekstrak rumen sapi + air, kemudian variabel pengencerannya ada 5 variasi dengan menambahkan air sebanyak 150ml, 100ml, 64ml, 37,5ml, dan 16,6ml. Dilakukan pengadukan secara manual yaitu 10 detik dengan 3 perlakuan yaitu tanpa pengadukan, 1 kali pengadukan dan 3 kali pengadukan per harinya, kemudian dilakukan penambahan rumen pada setiap digester 50ml. Penelitian ini dilakukan selama ± 25 hari, sehingga didapatkan hasil pada proses biogas dengan penghalusan (diblender) variasi pengadukan dan pengenceran terdapat perbedaan yang sangat mencolok pada reaktor dengan penambahan air 150 ml dan 16,6 ml. Pada reaktor 16,6 ml dapat menghasilkan volume biogas yaitu 188 ml dan 190 ml di awal dan di akhir produksi. Apabila dibandingkan data sebelumnya jumlah akhir gas yang dihasilkan bahkan dapat mencapai tiga kali lipat, dengan reaktor terbaik hasil gas yang banyak pada reaktor pengenceran 150 ml (A) yang diaduk 3 kali dalam sehari dengan jumlah gas 1394 ml. Sedangkan pada proses tanpa penghalusan (cacah) variasi pengenceran dan pengadukan hasil yang didapatkan pada pengenceran 150 ml yang diaduk mampu menghasilkan gas yang lebih optimal, walaupun pada hari pertama reaktor 16,6 ml yang lebih banyak.

Menurut Rosiana [10] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku kotoran sapi + air limbah RPH dengan dilakukan variasi pengadukan sebanyak 5 drum kapasitas 26 liter, satu drum sebagai digester control (perlakuan tanpa pengadukan) dan 3 lainnya sebagai digester uji (dengan pengadukan). Pengambilan data dilakukan selama 20 hari.

Menurut Wakhid, dkk. [11] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku limbah cair tempe + sekam padi dengan variasi campuran bahan 100% LCT, 85% LCT dan 15% SK, dan 80% LCT dan 20% SK, dan campuran 75% LCT dan 25% SK. Dilakukan pengadukan selama waktu fermentasi yaitu 2 kali dalam 10 menit saat pagi dan sore hari, fermentasi dilakukan selama 27 hari.

Menurut Dodik, dkk. [12] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku biomassa limbah peternakan ayam + substrat (jerami, enceng gondok dan serasah). Kemudian dilakukan pengenceran 1:1 dan 1:3, dengan volume biodigester 5 kg. Untuk sistem curah dilakukan pengadukan selama 4 jam/hari dan 8jam/hari selama 6 minggu. Penelitian ini menggunakan sistem curah, sehingga bertujuan untuk mengetahui produksi biogas dengan perbedaan agitasi.

Menurut Yudi, dkk. [13] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku yaitu enceng gondok + kulit nanas+ cairan limbah air karet, diberikan variasi perbandingan padatan : cairan yaitu 1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4. Penelitian ini dilakukan selama 30 hari, dengan dilakukan pengguncangan pada digester selama 2 hari sekali selama satu bulan, sehingga didapatkan volume biogas tertinggi pada biogas 3 (1:3) yaitu sebesar 4,19 L.

Menurut Agus, dkk. [14] yang melakukan penelitian menggunakan bahan jerami 5 kg + air 1 liter + EM-4 10 cc, dengan perlakuan kecepatan pengadukan yaitu 15, 35 dan 50 rpm, penelitian ini dilakukan selama 7 hari.

Menurut Eka, dkk. [15] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku sampah 4kg + rumen sapi 1,5 liter + air (6000ml, 4000ml, 2600ml, 1500ml, 670ml). Penelitian dilakukan selama 17 hari, dengan diberikan variasi pengadukan secara manual yaitu 20 detik dengan 2 perlakuan (tanpa dan dengan pengadukan).

2.2. Tanpa Perlakuan Pengadukan

Menurut Hanifah, dkk. [16] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku limbah cair tahu + starter kotoran sapi, kapasitas digester yaitu 20 liter, menggunakan perbandingan seeding inokulum dan kotoran sapi (1:6), dengan waktu fermentasi 14 hari.

Menurut Chandra, dkk. [17] yang melakukan penelitian menggunakan bahan Kotoran sapi + rumput gajah, dengan kapasitas 100 L dan 50 L, dengan waktu fermentasi 60 hari.

Menurut Arnold, dkk. [18] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku enceng gondok + aquadest + (kotoran sapi, H₂SO₄ dan NaOH), dengan kapasitas percobaan 2 liter, menggunakan perbandingan pengenceran (2:1, 2:1,5, 2:2, 2:2,5) pH campuran (8 : 7 : 6 : 5 : 4) selama 29 hari.

Menurut Yasin, dkk. [19] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku kotoran ayam + kotoran sapi + rumput gajah, menggunakan variasi campuran yaitu A 0:100:0, B 0:80:20, C 20:60:20 dan D 30:20:50, penelitian ini dilakukan selama ± 57 hari tanpa memberikan perlakuan pengadukan.

Menurut Sanjaya, dkk. [20] yang melakukan penelitian menggunakan bahan baku berupa kotoran sapi + kotoran ayam + air dengan perlakuan penambahan kotoran ayam (0, 100, 300, 500, 700 dan 1000 gam).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Biogas merupakan hasil dekomposisi bahan organik yang menggunakan proses fermentasi anaerob kemudian menghasilkan biogas yang didalamnya mengandung gas metana (CH₄) (Yasin Y, dkk, 2017). Biogas dari dihasilkan dari bahan sampah organik yaitu sampah pasar, daun-daunan, dan kotoran ternak yang berasal dari sapi, babi, kambing, kuda atau yang lainnya juga bisa dari kotoran manusia bisa dijadikan sebagai bahan biogas (Marsudi, 2012) [21]. Seperti Tabel 2, dibawah ini yang menggunakan bahan dan perbedaan variasi pengadukan sehingga menghasilkan biogas yang berbeda pula pada setiap penelitian.

Tabel 1. Data hasil *review* tanpa perlakuan pengadukan

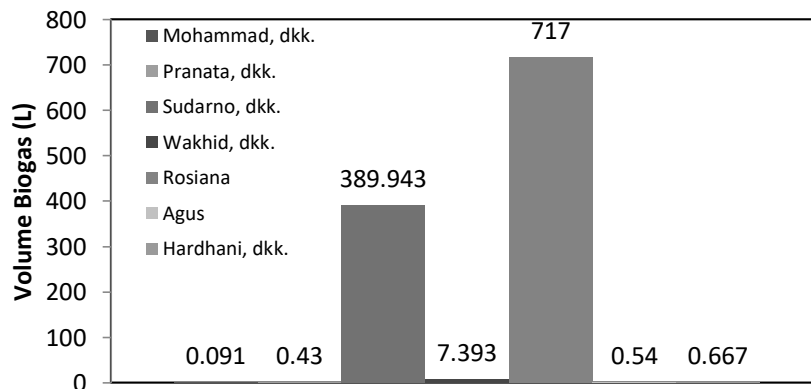
Bahan	Kapasitas	Kecepatan Revolution Per minutes (Rpm)	Waktu Fermentasi (hari)	Volume biogas (L)	Volume gas CH ₄ (L)	Referensi	Volume gas CH ₄ (%)
Limbah cair tahu + starter + kotoran sapi	20	Tanpa pengadukan	14	11,62	6,25	(Hanifah N dan Pertiwi A, 2018)	± 53,788
Kotoran sapi + rumput gajah	100	Tanpa pengadukan	60	519,27	102,9	(Chandra A, dkk., 2017)	± 53,87
eceng gondok + aquadest + kotoran sapi, H ₂ SO ₄ dan NaOH	2	Tanpa pengadukan	49	1,16297	0,626	(Arnold Y, dkk., 2012)	± 53,869
Sampah + Rumen Sapi + air	2	Tanpa pengadukan	57	4,916	2,648	(Yasin Y, dkk., 2017)	± 53,864
Kotoran sapi + kotoran ayam + air		Tanpa pengadukan	35	0,0357	0,019	(Denta, dkk., 2015)	± 53,864

Tabel 2. Data hasil *review* dengan perlakuan pengadukan

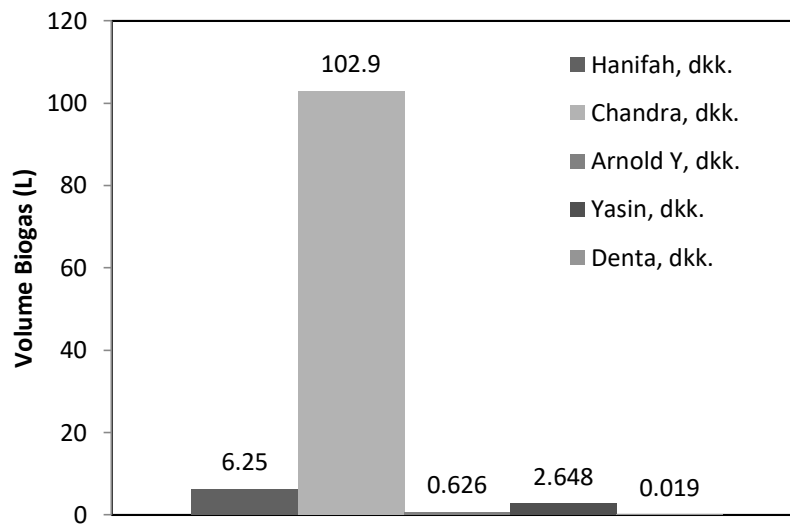
Bahan	Kapasitas	Kecepatan Revolution Per minutes (Rpm)	Waktu Fermentasi (hari)	Volume biogas (L)	Volume gas CH ₄ (L)	Referensi	Volume gas CH ₄ (%)
Limbah domestik restoran + rumen sapi + air	300 ml	0,000694	20	0,17	0,091	(Mohammad, dkk., 2016)	±53,52
Limbah ikan pari + ekstrak rumen sapi + air		0,002083	14	0,8	0,43	(Pranata, dkk., 2013)	±53,75
Feses sapi madura + air	1000 ml	60	50		0,667	(Hardhani, dkk, 2014)	± 54,22
Limbah dapur + rumen sapi + air		3	25	1,394	389,943	(Sudarno, dkk., 2013)	± 53,80
Kotoran Sapi + RPH	± 5,2 liter	10	20	1,331	717	(Rosiana., 2018)	± 53,86
Limbah cair tempe + sekam padi	120 liter	10	27	13,725	7,393	(Wakhid, dkk., 2016)	± 53,86
Limbah peternakan ayam : substrat (jerami, enceng gondok dan serasah)	5 kg	480	52	624,99	336,68	(Dodik, dkk., 2012)	± 53,86
eceng gondok + kulit nanas + cairan karet	10 liter	0,000694	30		4,19	(Yudi., 2015)	± 53,86
jerami padi + air + EM4	± 6 liter	50	7		0,54	(Agus., 2018)	± 53,89
Sampah + rumen sapi + air	± 12,5 liter	0,000231	17	1,19699	0,644	(Eka., 2013)	± 32,692

Dari data Tabel 2 didapatkan nilai %Volume gas metana (CH₄), berikut grafik produksi biogas dengan pengadukan (rpm).

Berikut perbandingan hasil analisa antara pengaruh pengadukan dan tanpa pengadukan.



Gambar 3. Grafik kecepatan pengadukan terhadap volume gas metana



Gambar 4. Grafik tanpa pengadukan terhadap volume gas metana

Pada grafik diatas dapat dibandingkan hasil antara menggunakan pengadukan dan tanpa pengadukan. Hasil dari pengadukan lebih tinggi yaitu pada jurnal (Rosiana, dkk., 2018) sebesar 717 liter dengan kecepatan pengadukan 10 rpm berbahan baku kotoran sapi + limbah rumah potong hewan dengan waktu fermentasi 20 hari berkapasitas $\pm 5,2$ liter. dibandingkan dengan hasil yang tidak menggunakan pengadukan pada jurnal (Chandra A, dkk., 2017) sebesar 102,9 liter berbahan baku kotoran sapi dan rumput gajah berkapasitas 100 liter waktu fermentasinya 60 hari. Hal ini dapat disesuaikan berdasarkan pernyataan oleh Dacosta [5] bahwa proses pengadukan dapat menggeser waktu produksi biogas menjadi satu sampai dua hari lebih awal dibandingkan reaktor yang tidak dilakukan pengadukan, sehingga dengan pengadukan akan mempercepat terbentuknya biogas. Pengadukan pada digester akan memungkinkan kontak secara langsung antara mikroorganisme dengan bahan (substrat) pembentuk gas. Maka semakin tinggi frekuensi pengadukan, semakin tinggi pula mikroorganisme mendegradasi substrat. Dengan pengadukan gas-gas yang terperangkap didalam larutan dapat segera terlepas dan masuk ke penampung gas, karena pengadukan menghasilkan kontak yang cukup antara substrat dan mikroorganisme dan menghasilkan kondisi yang homogen.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Data tertinggi menggunakan pengadukan pada penelitian yang dilakukan oleh Rosiana, dkk. sebesar 717 liter dengan kecepatan pengadukan 10 rpm berbahan baku kotoran sapi + limbah rumah potong hewan dengan waktu fermentasi 20 hari berkapasitas $\pm 5,2$ liter dibandingkan dengan hasil yang tidak menggunakan pengadukan pada jurnal Chandra, dkk. sebesar 102,9 liter berbahan baku kotoran sapi dan rumput gajah berkapasitas 100 liter waktu fermentasinya 60 hari. Hal ini dapat disesuaikan berdasarkan pernyataan oleh Dacosta [5] bahwa proses pengadukan dapat menggeser waktu produksi biogas menjadi satu sampai dua hari lebih awal dibandingkan reaktor yang tidak dilakukan pengadukan, sehingga dengan pengadukan akan mempercepat terbentuknya biogas.

4.2 Saran

Pada saat melakukan analisa atau melakukan penelitian sebaiknya melakukan beberapa kali *sampling* terhadap volume biogas total dan gas metana, agar saat dilakukan perbandingan itu lebih akurat.

REFERENSI

- [1] Trihadiningrum, Y., Laksono, I. J., Dhokhikah, Y., Moesriati, A., Radita, D. R. and Sunaryo, S., 2015, *Community Activities in Residential Solid Waste Reduction in Tenggilis Mejoyo District, Surabaya City, Indonesia*, Journal of Material Cycles and Waste Management, Vol. 19, 526-535.
- [2] Kementrian Energi dan Sumber daya Mineral, 2012, Media Komunikasi Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- [3] Abella, N.A., 2019, *Data Logger Suhu dan Besar Tekanan Pada Smart Biogas Sampah Rumah Tangga Menggunakan Sensor MPX5500DP*, Laporan Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Malang.
- [4] Price, E.C., Cheremisinoff, P.N., 1981, *Biogas Production and Utilization*, Ann Arbor Science Publishere Inc., United States Of America.
- [5] Dacosta, J., 2011, *Optimasi Produksi Biogas pada Anaerobic Digester Biogas Type Horizontal Berbahan Baku Kotoran Sapi dengan Pengaturan Suhu dan Pengadukan*, Master Thesis of Mechanical Engineering, ITS, Surabaya.
- [6] Mohammad, R.F., Soeroso, S., Pradana, S., Akbar, A., 2016, *Pengaruh Pengenceran dan Pengadukan Terhadap Produksi Biogas pada Anaerobic Digestion dengan Menggunakan Ekstrak Rumen Sapi Sebagai Starter dan Limbah Dapur Sebagai Substrat*, Jurnal Presipitasi, Vol. 13, No.2, 88-93.
- [7] Anggakara, P., Sudarno, S., and Wardhana, I.W., 2013, *Pengaruh Pengenceran dan Pengadukan terhadap Produksi Biogas pada Limbah Industri Kecil Pengasapan Ikan dengan Menggunakan Ekstrak Rumen Sapi sebagai Sarter*, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 2, No. 3, 1-8.
- [8] Hardhani, E.Y., Purnomoadi, A., Sutaryo, S., 2014, *Pengaruh Pengadukan pada Digester Biogas yang Menggunakan Feses Sapi Madura Sebagai Substrat Terhadap Produksi Metan, Volatile Solid Reduction dan pH*, Fakultas Peternakan dan Pertanian-Universitas Diponegoro, Semarang. Fakultas Peternakan dan Pertanian – Universitas Diponegoro, Semarang.
- [9] Soeroso, M.R.F., Sudarno, S., Wardhana, I.W., 2013, *Pengaruh Pengenceran dan Pengadukan Limbah Dapur Daerah Ngesrep terhadap Peningkatan Produksi Biogas dengan Menggunakan Starter Ekstrak Rumen Sapi Sebagai Starter*, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 2, No. 3, 1-9.
- [10] Indrawati, R., 2018, *Penurunan BOD Pada Biogas Kotoran Sapi Campuran Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) dengan Variasi Kecepatan dan Lama Pengadukan*, Jurnal Teknologi Technoscientia, Vol. 10, No.2, 127-134.
- [11] Arifin, W., 2016, *Rancang Bangun Alat Konversi Biogas Limbah Cair Tempe dan Pengujian Dengan Penambahan Variasi Campuran Sekam Padi*, Teknik Mesin – Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [12] Dodik, L., Edwin, M., Sunarto, 2012, *Pengaruh Macam Limbah Organik dan Pengenceran Terhadap Produksi Biogas dari Bahan Biomassa Limbah Peternakan*

- Ayam, Bioteknologi, Vol. 9, No. 1, 18-25.
- [13] Yudi, S., dan Eka, S.W., 2015, *Campuran Limbah Air Karet (Lateks) Eceng Gondok dan Kulit Nanas Sebagai Bahan Baku Biogas*, Jurusan Teknik Mesin – Universitas Bangka Belitung, Vol. 1, No. 2, 34-41.
- [14] Hermawan, A., 2018, *Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Biogas Dalam Proses Fermentasi Jerami Padi*, Artikel Skripsi, Fakultas Teknik – Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Vol. 2, No. 9, 1-9.
- [15] Triakuntini, E., Sudarno, S., Sutrisno, E., 2013, *Pengaruh Pengenceran dan Pengadukan Pada Produksi Biogas dari Limbah Makan dengan Menggunakan Starter Ekstrak Rumen Sapi*, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 2, No. 4, 1-17.
- [16] Nisrina, H., dan Andarini, P., 2018, *Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga Menjadi Biogas Sebagai Upaya Teknologi Bersih di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan – BPPT*, Jurnal Presipitasi, Vol. 15, No. 2, 139-147.
- [17] Afrian, C., A., Haryanto, A., Hasanudin, U., Zulkarnain, I., 2017, *Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dengan Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum)*, Jurnal Teknik Pertanian, Vol.6, No.1, 23-30.
- [18] Yonathan, A., Prasetya A.R., Pramudono, B., 2012, *Produksi Biogas dari Enceng Gondok (Eicchornia Crassipes) Kajian Konsistensi dan pH Terhadap Biogas Dhasilkan*, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 1, No. 1, 412-416.
- [19] Yahya, Y., Tamrin, T., Triyono, S., 2017, *Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, dan Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum Cv. Mott) dengan Sistem Batch*, Jurnal Teknik Pertanian, Vol. 6, No. 3, 151-160.
- [20] Sanjaya, D., Haryanto, A., Tamrin, T., 2015, *Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dengan Kotoran Ayam*, Jurnal Teknik Pertanian Lampung, Vol. 4, No. 2, 127-135.