

# PEMANFAATAN LIMBAH ORGANIK DARI RUMAH PKD TLOGOMAS DENGAN KOTORAN SAPI DAN EM 4 SEBAGAI BIOGAS

Olivia Izzati Atiqa, Rahajeng Arum Mayang, Eko Naryono  
Jurusan Teknik Kimia  
[oliviaizzati@yahoo.com](mailto:oliviaizzati@yahoo.com), [[eko\\_naryono@yahoo.com](mailto:eko_naryono@yahoo.com)]

## ABSTRAK

Rumah Pilah Kompos Daur ulang (PKD) Tlogomas Salah satu tempat pembuangan sampah yang berpotensi sebagai tempat penyedia sampah organik seperti sayuran dan limbah rumah tangga yang dapat menghasilkan biogas dalam jumlah yang cukup besar. Biogas adalah suatu gas yang terdiri dari beberapa unsur gas seperti gas metana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan amoniak ( $\text{NH}_3$ ) serta memiliki sifat mudah terbakar yang dapat dihasilkan dari berbagai macam limbah organik melalui proses fermentasi. Percobaan dilakukan dalam digester anaerobik berukuran 6 liter, bahan baku yang digunakan adalah limbah sayuran, kotoran sapi, penambahan EM4 sebesar 0%, 1% dan 2% serta penambahan jumlah air sebesar 5%, 10% dan 15%. Fermentasi dilakukan secara *batch* dengan pengukuran gas (tekanan, suhu, pH, serta *massa*) yang dilakukan pengamatan setiap 6 hari sekali sampai hari ke-24. Hasil penelitian menunjukkan pada penambahan EM4 sebesar 0% menghasilkan volume biogas tertinggi sebesar 0,21L dengan yield sebesar 0,044%. Produksi volume biogas terbanyak terjadi pada penambahan jumlah air sebanyak 10%, faktor yang menyebabkan produksi biogas tinggi yaitu pH proses mencapai optimum.

**Kata kunci:** biogas, digester anaerobik, EM4

## ABSTRACT

*Tlogomas Compost Recycling Center is one of the landfills that has the potential to provide organic waste such as vegetable waste and household waste that can produce biogas in large quantities. Biogas comprises several gas elements such as methane ( $\text{CH}_4$ ), carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), hydrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ), and ammonia ( $\text{NH}_3$ ), and is regarded as a combustible gas that can be produced from various kinds of organic waste through a fermentation process. The experiment was carried out in an anaerobic digester measuring 6 liters, with vegetable waste, cow dung, the addition of EM4 by 0%, 1% and 2%, and the addition of water amounting to 5%, 10% and 15% as the raw materials. The fermentation was carried out through batch process with gas measurements (pressure, temperature, pH, and mass) that are observed every 6 days until the 24th day. The results showed that the addition of EM4 by 0% produced a maximum biogas volume by 0.21 L with yield value by 0,044%. The highest production of biogas volume occurs in the addition of water by 10%, and the other factors that cause the highest biogas production is the value process of pH at optimum conditions.*

**Keywords:** biogas, anaerobic digester, EM4

## 1. PENDAHULUAN

Rumah Pilah Kompos Daur ulang (PKD) Tlogomas yang berada di Jl. Telaga Warna, Tlogomas, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur merupakan salah satu tempat pembuangan sampah yang berpotensi sebagai tempat penyedia sampah organik seperti sayuran dan limbah rumah tangga. Setiap hari dilakukan pemilahan berdasarkan jenis sampah

yaitu organik dan non-organik. Sampah organik yang dihasilkan diolah menjadi kompos. Salah satu pengembangan riset yang menjanjikan adalah biogas. Biogas merupakan gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob. Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Megawati pada tahun 2015 dengan kapasitas sampah sebesar 300 g, kotoran sapi sebanyak 75mL, serta adanya penambahan EM4 0% dan 1% dapat menghasilkan 1,1 gram biogas pada penambahan EM 4 1% dan 1,55 gram biogas pada penambahan EM 4 0% [6]. Penelitian oleh I Made Mara pada tahun 2011 dengan kapasitas sampah sebesar 120 kg dapat menghasilkan 500 L biogas, sehingga dari penelitian tersebut dapat diperkirakan potensi biogas yang dihasilkan dari Rumah PKD Tlogomas[5]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Delvis Agusman pada tahun 2017 menggunakan limbah buah-buahan dengan penambahan ragi sebanyak 15 kg dan proses fermentasi selama 21 hari menghasilkan debit gas sebesar  $1,5 \times 10^{-3}$  m/s [1]. Penelitian yang dilakukan oleh Gita Khaerunnisa tahun 2013 dengan menggunakan vinasse,rumen sapi, dan urea yang dilakukan fermentasi selama 30 hari menghasilkan biogas sebesar 13,73 mL biogas/mg COD [4]. Berdasarkan penelusuran penelitian terdahulu, proses pembuatan biogas dengan adanya variasi penambahan jumlah air dan EM 4 belum pernah ada. Penelitian yang pernah ada, umpan masuk biogas ditambahkan jumlah air dan EM 4 dalam jumlah tetap.

Biogas adalah suatu gas yang mudah terbakar yang dapat dihasilkan dari bahan organik melalui proses fermentasi. Biogas ini terdiri dari beberapa unsur gas seperti gas methana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan amoniak ( $\text{NH}_3$ ) [2]. Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) adalah komponen penting dan utama dari gas bio karena merupakan bahan bakar yang berguna dan memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, mempunyai sifat yang tidak berbau dan tidak berwarna. Jika gas yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik ini dapat terbakar, berarti mengandung sedikitnya 45% gas metan. Untuk gas metan murni (100%) mempunyai nilai kalor 8900 kkal/m<sup>3</sup> [8].

Penelitian dilakukan adanya variasi penambahan jumlah air dan EM 4 yang dicampur dengan limbah sayuran dan kotoran sapi yang bertujuan untuk mempelajari pengaruh jumlah EM 4 terhadap volume biogas yang dihasilkan serta mempelajari pengaruh jumlah air terhadap volume biogas yang dihasilkan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Persiapan bahan

Bahan baku berupa limbah sayuran dari Rumah PKD Tlogomas ditimbang sebanyak 661,77 gram. Kotoran sapi yang digunakan sebanyak 300 gram. Variasi jumlah air yang ditambahkan sebanyak 5%, 10% dan 15%. Variasi EM 4 yang ditambahkan sebesar 0%, 1%, dan 2%.

### 2.2 Alat

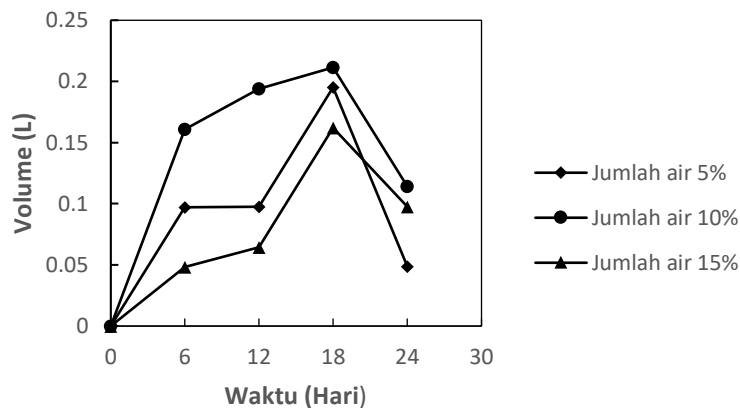
Alat yang dibutuhkan pada penelitian antara lain galon air mineral dengan kapasitas 6L, termometer, balon tempat penyimpanan gas, manometer U yang diisi dengan minyak goreng, kran, dan selang bening. Seluruh alat dirangkai menjadi digester. Digester yang digunakan merupakan digester anaerobik tipe *batch* dengan kondisi operasi mengikuti sistem lingkungan.

### 2.3 Proses Pembuatan Biogas

Pembuatan biogas diawali dengan limbah sayuran dan kotoran sapi ditimbang sebanyak 661,77 gram limbah dan 300 gram kotoran sapi. Bahan yang telah dikomposisikan sesuai variabel, dimasukkan kedalam rangkaian digester anaerobik. Proses fermentasi dilakukan selama 24 hari. Setiap 6 hari sekali dilakukan pengambilan data yang meliputi massa gas, temperatur sistem, pH sistem, dan tekanan. Analisa yang dilakukan berupa perhitungan volume biogas dilakukan dengan menggunakan rumus gas ideal serta perhitungan yield biogas untuk mengetahui komposisi bahan yang menghasilkan biogas dengan hasil terbaik.

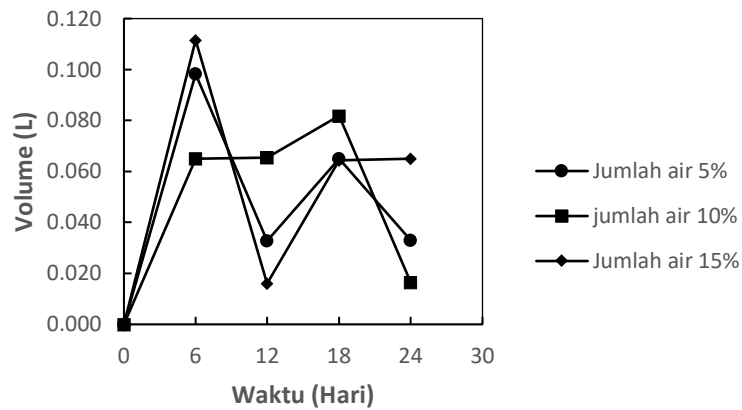
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan dalam grafik antara lama waktu fermentasi terhadap volume biogas yang dihasilkan pada berbagai penambahan air dan EM 4 sebagai berikut.



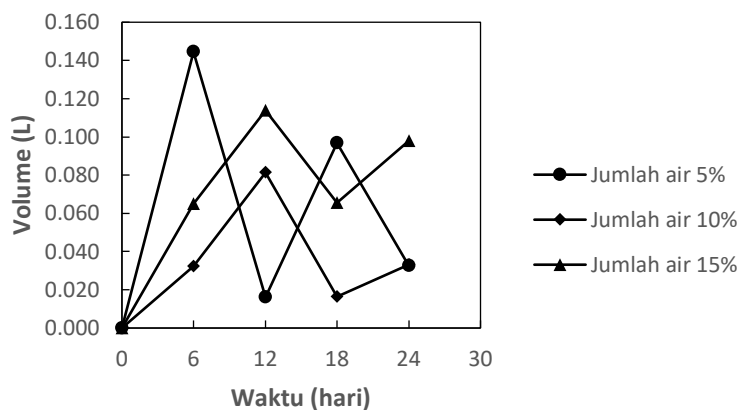
**Gambar 1.** Hubungan lama waktu fermentasi terhadap volume biogas pada blanko EM 4 pada berbagai penambahan air.

Berdasarkan Gambar 1 pada blanko EM 4 volume biogas yang dihasilkan semakin lama semakin meningkat. Namun pada fermentasi hari ke-24 mengalami penurunan produksi biogas. Hal ini dapat terjadi karena nutrisi yang tersedia berkurang sehingga volume biogas yang dihasilkan sedikit. Produksi biogas sedikit terjadi karena berkurangnya nutrisi atau sumber karbon yang didapat dari substrat sehingga pertumbuhan bakteri akan menurun dan semakin banyak bakteri yang mati [3]. Produksi biogas maksimum baru terjadi pada hari ke-18, hal ini terjadi akibat proses degradasi oleh bakteri lambat. Produksi biogas maksimum terjadi pada penambahan jumlah air 10% sebesar 0,21 L. Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena pada penambahan jumlah air 10%, nutrisi yang tersedia seimbang dengan jumlah mikroba, sehingga proses hidrolisis yang baik mengakibatkan produksi biogas meningkat [3].



**Gambar 2.** Hubungan lama waktu fermentasi terhadap volume biogas pada EM 4 1% pada berbagai penambahan air.

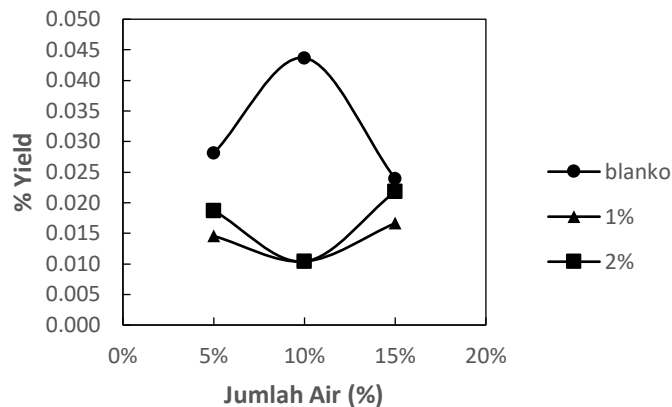
Berdasarkan Gambar 2 volume biogas yang dihasilkan pada penambahan EM4 1% fluktuasi. Produksi biogas maksimum terjadi pada hari ke-6, yang terjadi pada minggu pertama, EM4 bekerja efektif untuk mendegradasi senyawa organik, kemudian pada hari ke-12 sampai hari ke-24, produksi biogas semakin berkurang. Degradasi yang cepat terjadi karena bakteri EM 4 membantu mikroba alami dalam proses degradasi senyawa yang terkandung dalam limbah organik [6]. Produksi biogas maksimum terjadi pada penambahan jumlah air 15% dengan volume yang dihasilkan sebesar 0,115 L. Hal ini bertentangan dengan penelitian Felix karena Ketersediaan nutrisi yang tidak seimbang dengan jumlah mikroba [3] dan adanya kebocoran reaktor yang mengakibatkan pembentukan gas metana tidak berjalan dengan baik [7].



**Gambar 3.** Hubungan lama waktu fermentasi terhadap volume biogas pada EM 4 2% pada berbagai penambahan air

Berdasarkan Gambar 3 volume biogas yang dihasilkan pada penambahan EM4 2% fluktuasi. Produksi biogas maksimum terjadi pada hari ke-6, yang terjadi pada minggu pertama EM4 bekerja efektif untuk mendegradasi senyawa organik, kemudian pada hari ke-12 sampai hari ke-24, produksi biogas semakin berkurang. Degradasi yang cepat terjadi karena bakteri EM 4 membantu mikroba alami dalam proses degradasi senyawa yang terkandung dalam limbah organik [6]. Pada gambar 3, volume biogas maksimum terjadi pada penambahan jumlah air 5% sebesar 0,14 L. Hal ini sesuai penelitian sebelumnya bahwa semakin besar konsentrasi *slurry*, maka produksi biogas juga semakin tinggi [3].

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3 memiliki kecenderungan fluktuasi. Hal ini terjadi karena adanya sisa biogas yang tertinggal di digester maupun di manometer U tidak tertampung seluruhnya ke dalam balon penampung gas, sehingga biogas yang tersisa ikut tertampung saat pengambilan data pada hari berikutnya. Untuk memperkuat alasan yang diberikan, maka dilakukan perhitungan terhadap yield biogas. Tujuan perhitungan yield dilakukan untuk mengetahui komposisi bahan yang dapat menghasilkan biogas dengan hasil terbaik.



**Gambar 4.** Yield produksi biogas

Berdasarkan gambar 4, % yield tertinggi dihasilkan oleh blanko EM 4 dengan jumlah air 10%. Hal ini terjadi karena selama proses fermentasi berlangsung, pH rata-rata penambahan air 10% sebesar 6,8. Nilai ini menunjukkan pH optimum mikroba untuk mendegradasi senyawa menjadi gas metana. Hal ini sesuai dengan pendapat Khaerunnisa bahwa proses anaerobik terjadi pada pH 6-8. Namun, pH optimum bagi kehidupan mikroba adalah 6,8 – 7,8 [4].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini yaitu penambahan EM 4 tidak dapat menaikkan volume biogas, bahkan cenderung menurunkan volume gas yang dihasilkan, alasan ini diperkuat dengan hasil yield tertinggi terjadi pada blanko EM 4 pada penambahan air 10% sebesar 0,044%. Penambahan sejumlah air menyebabkan semakin tinggi konsentrasi *slurry* maka semakin tinggi volume biogas yang dihasilkan, produksi volume biogas tertinggi terjadi pada penambahan jumlah air sebanyak 10% yang disebabkan karena pH proses mencapai optimum.

Berdasarkan penelitian ini terdapat beberapa saran baik untuk penelitian sejenis antara lain Pada penelitian lanjutan perlu dilakukan analisa kandungan nutrisi pada limbah yang digunakan, sebaiknya menggunakan plastik khusus untuk menampung biogas untuk menghindari terjadinya *losses*, serta perlu dilakukan pengondisian suhu dan pH untuk mendapatkan hasil terbaik.

#### REFERENSI

- [1] Agusman, Delvis, Rifky, 2017, *Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah*, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah, Vol.2 No. 2502-8782, 1-7.
- [2] Depdagri, 2008, *Pemanfaatan Kotoran Ternak untuk Biogas*. Jakarta: Direktorat pembinaan Masyarakat Desa, Depdagri, 1.
- [3] Felix, Andrian, Paramitha, Diyono Ikhsan, 2012, *Pembuatan biogas dari Sampah Sayuran*, Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Vol. 1, No. 1, 103-108.
- [4] Khaerunnisa, Gita, Ika Rahmawati, 2013, *Pengaruh pH dan Rasio COD:N Terhadap Produksi Biogas dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (vinasse)*, Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Vol.2, No.3, 1-7.
- [5] Mara, I Made, Ida Bagus Alit, 2011, *Analisa kualitas dan Kuantitas Biogas dari Kotoran Ternak*, Teknik Mesin Universitas Mataram, Vol. 1 No. 2, 1-8.
- [6] Megawati, Kendali Wongso Aji, 2015, *Pengaruh Penambahan EM 4 (Effective Microorganism-4) pada Pembuatan Biogas dari Enceng Gondok dan Rumen Sapi*, Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang, 42-49.
- [7] Pambudi, Satria, M. Ramdhan, Asep Suhendi, 2018, *Pengaruh Kadar Keasaman (pH) terhadap produksi Biogas dengan Menggunakan Campuran Kotoran Hewan dan Substrat Kentang Busuk pada Reaktor Anaerob*, Teknik Fisika Universitas Telkom, Vol. 5, No. 3, 577.
- [8] Syamsuri, suheni, Yustia Wulandari, 2015, *Analisa Performansi kompor Biogas dengan Volume Penampung Biogas 1M<sup>3</sup> yang dihasilkan dari reaktor dengan Volume 5000 liter*, Teknik Mesin Institut Teknologi Adhitama Surabaya, 15