

PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK DAN LIMBAH KOTORAN HEWAN SEBAGAI ENERGI BARU TERBARUKAN RAMAH LINGKUNGAN

**Lutfi Wicaksono^{1*}, Denny Dermawan¹, Gigih Alam Pambudi, Moch Luqman Ashari¹, Adhi Setiawan¹,
Novi Eka Mayangsari¹, Ahmad Erlan Afiuddin¹, Mochammad Choirul Rizal¹, Tanti Utami Dewi¹, Ulvi Pri
Astuti¹, Alma Vita Sophia¹, Bella Naziel Iqmalia², Fani Firmansyah¹, Rafi Narariya Ramadhan¹, Imam
Hambali Azhori¹, Bagas Adhiwangsa¹**

¹Waste Treatment Engineering, PPNS

²Occupational Safety and Health Engineering, PPNS

Surabaya

e-mail: lutfiwicaksonok3@gmail.com

diterima tanggal : 2 September 2018 disetujui tanggal : 20 November 2018

Abstrak

Masalah akibat kepadatan penduduk adalah meningkatnya sampah yang mencakup keseluruhan wilayah, baik perkotaan maupun pedesaan. Sampah di wilayah pedesaan didominasi oleh sampah organik pasar dan limbah peternakan. Tidak berjalannya sistem pengolahan dan pendistribusian sampah yang baik, menyebabkan penumpukan sampah seperti pada wilayah Dusun Gedangklutuk, Desa Kedungboto, Kabupaten Pasuruan. Kegiatan ini bertujuan untuk memanfaatkan sampah organik dan limbah peternakan sebagai Energi Baru Terbarukan (EBT) ramah lingkungan dengan metode biodigester. Biodigester mampu mengubah sampah organik pasar menjadi biogas yang memiliki kandungan CH₄ sekitar 50-75%, CO₂ sekitar 25-50%, dan sisanya adalah gas lain yang persentasenya sangat kecil. Gas berasal dari penguraian bahan organik oleh bakteri anaerob dengan suhu optimum sekitar 30-35°C dan pH sekitar 6-8. Biodigester menghasilkan 847,8 liter gas yang tertampung.

Keyword: *sampah organik, limbah peternakan, biodigester, energy baru terbarukan*

Abstract

The problem due to population density is about increasing solid waste in all regions, both urban and rural areas. The solid waste that dominates in rural areas are market organic wastes and farm garbage. The ineffectiveness of the solid waste treatment and distribution system can cause solid waste accumulation, such as in the Gedangklutuk Hamlet, Kedungboto Village, Pasuruan Regency. This activity aims to utilize organic and farm garbage as environmentally friendly New Renewable Energy (NRE) using a biodigester method. This biodigester converts organic waste into biogas which has CH₄ content approximately 50-75%, CO₂ around 25-50%, and small percentage of remains gasses. The gas source from a decomposition of materials by anaerobic bacteria with an optimum temperature around 30-35 ° C and pH level around 6-8. The result of biodigester are 847.8 liters of gas stored.

Keyword: *organic waste, farm garbage, biodigester, new renewable energy*

1. PENDAHULUAN

Cadangan energi di Indonesia yang semakin menipis membuat masyarakat Indonesia semakin dekat dengan krisis energi. Saat ini Indonesia menjadi negara dengan konsumsi energi yang cukup tinggi di dunia. Berdasarkan data dari

Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian ESDM, dalam beberapa tahun terakhir pertumbuhan konsumsi energi Indonesia mencapai 7% per tahun. Angka tersebut berada di atas pertumbuhan konsumsi energi dunia yaitu sebesar 2,6% per tahun. Berdasarkan Renstra Direktorat Minyak dan Gas

Bumi untuk tahun 2015-2019 Kementerian ESDM, Industri minyak nasional Indonesia sudah berumur cukup tua sekitar 100 tahun menyebabkan semakin tahun produksi minyak Indonesia semakin menurun. Sepanjang sejarah produksi minyak, puncak produksi hanya terjadi sebanyak 2 (dua) kali yaitu pada tahun 1977 dan 1995 dengan produksi minyak sebesar 1,68 juta bpd dan 1,62 bpd, setelah itu produksi minyak Indonesia tidak pernah mencapai angka-angka tersebut, padahal masyarakat Indonesia adalah konsumen terbesar bahan bakar fosil (fossilfuels).

Disisi lain masalah lama yang semakin kompleks di Indonesia adalah timbulan sampah. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, peningkatan jumlah penduduk di Indonesia berbanding lurus dengan jumlah sampah yang tiap hari dihasilkan. Hitungan secara kasar, dengan jumlah penduduk Indonesia saat ini yang lebih dari 250 juta orang, jika setiap orang menghasilkan sampah 0,7 kg/hari, maka timbunan sampah secara nasional mencapai 175 ribu ton/hari atau setara dengan 64 juta ton/tahun. Adapun presentase sampah organik seperti sisa makanan, buah-buahan, dan sayur-sayuran mencapai 65,05% [1]. Sering tidak disadari bahwa sampah-sampah organik jumlahnya banyak dan jarang tersentuh pemanfaatan yang efektif. Salah satu penyumbang terbanyak sampah organik adalah pasar tradisional.

Problem sampah mencakup keseluruhan wilayah baik pedesaan maupun perkotaan. Sampah di wilayah pedesaan didominasi oleh sampah organik pasar. Rata-rata satu pasar tradisional akan menghasilkan 5-8 ton sampah perhari yang 70% didominasi sampah organik. Dua masalah besar terkait energi dan sampah sangat terasa di Desa Kedungboto, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan. Terlihat jelas seperti TPS yang berada di Dusun Gedang Klutuk, sampah yang didominasi dengan sampah organik menumpuk dan masih belum ada pendistribusian sampah ke TPA Baujeng, begitu halnya sampah yang terkumpul tiap harinya di Pasar Ikan Asap yang tidak dilakukan pemilahan sampah.

Sampah di Desa Kedungboto, sistem pembuangan sampah terhenti hanya sampai di TPS saja. Sampah yang didominasi dari sampah organik sangat berpotensi menjadi sumber bau busuk dan

penyakit untuk masyarakat sekitar, terlebih lagi TPS dadakan ini bertempat di sebelah utara Pusat Ikan Asap yang menjadi sentra pusat oleh-oleh desa, hingga tak jarang konsumen merasa risih dengan adanya pemandangan tersebut. Kondisi lokasi TPS dan suasana desa Desa Kedungboto dapat dilihat pada Gambar 1.1

Menghadapi dua masalah kompleks yaitu tentang energi dan sampah dapat memunculkan korelasi antar satu dengan yang lain, indikator kemajuan ekonomi suatu negara terukur dari keberadaan energi yang mendukung dan minimnya limbah yang dihasilkan. Untuk itu, perlu adanya pemanfaatan sampah menjadi energi sebagai pengganti energy yang tak dapat diperbaharui. Energi biogas adalah salah satu dari banyak macam sumber energi terbarukan, karena energi biogas dapat diperoleh dari sampah pasar. Energi biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik dengan bantuan bakteri anaerob pada lingkungan tanpa oksigen bebas. Energi biogas didominasi oleh gas metana (50%-75%), CO₂(25%-50%), N₂(0-10%), H₂(0-1%) dan O₂(0-2%). Pada dasarnya pembuatan biogas sangat sederhana, melalui pencampuran sampah organik dengan bakteri anaerob. Dalam waktu tertentu biogas akan terbentuk, selanjutnya akan dijadikan energy alternative sebagai bahan bakar alternative ramah lingkungan (environmental friendly).

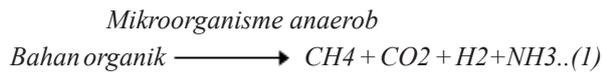


Gambar 1.1 TPS Desa Kedungboto
Sumber : Hasil Survey, 2018

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembentukan Biogas

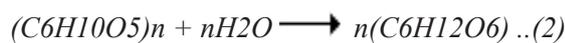
Biogas secara karakteristik fisik merupakan gas. Karena itu, proses pembentukannya membutuhkan ruangan dalam kondisi kedap atau tertutup agar stabil. Pada prinsipnya, biogas terbentuk melalui beberapa proses yang berlangsung dalam ruang yang anaerob atau tanpa oksigen. Mekanisme pembentukan biogas secara umum [2]:



Pembentukan biogas secara keseluruhan terdapat tiga proses utama dalam pembentukan biogas, yaitu proses hidrolisis, pengasaman, dan metanogenesis. Keseluruhan proses ini tidak terlepas dari bantuan kinerja mikroorganisme anaerob.

a. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan tahap awal dari proses fermentasi. Tahap ini merupakan penguraian bahan organik dengan senyawa kompleks yang memiliki sifat mudah larut seperti lemak, protein, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang dihasilkan dari proses ini diantaranya asam organik, glukosa, etanol, CO₂, dan senyawa hidrokarbon lainnya. Senyawa ini akan dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas fermentasi [2].



Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi derajat dan laju hidrolisis substrat, di antaranya adalah :

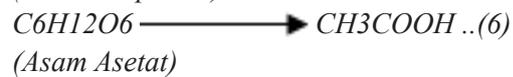
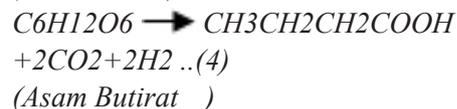
- Suhu operasional digester
- Waktu tinggal substrat di dalam digester
- Komposisi substrat (yaitu kandungan lignin, karbohidrat, protein, dan lemak)
- Ukuran partikel
- pH medium
- Konsentrasi NH₄⁺ -N
- Konsentrasi produk hidrolisis (VFA)

Produk yang dapat larut pada fase hidrolisis ini dimetabolisasi di dalam sel-sel bakteri fermentatif dan dikonversi menjadi beberapa senyawa yang

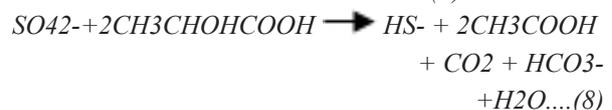
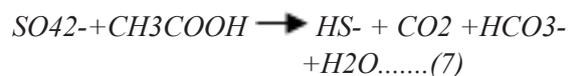
lebih sederhana, yang kemudian dibuang oleh sel. Senyawa yang dihasilkan meliputi VFA, alkohol, asam laktat, CO₂, H₂, ammonia, H₂S, dan sel-sel baru bakteri [3].

b. Pengasaman (Asidifikasi)

Senyawa-senyawa yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan dijadikan sumber energi bagi mikroorganisme untuk tahap selanjutnya, yaitu Pengasaman atau asidifikasi. Pada tahap ini, bakteri akan menghasilkan senyawa-senyawa asam organik seperti asam asetat, asam propionat, asam butirat, dan asam laktat beserta produk sampingan berupa alkohol, CO₂, hidrogen, dan zat amonia [4].

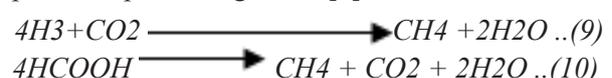


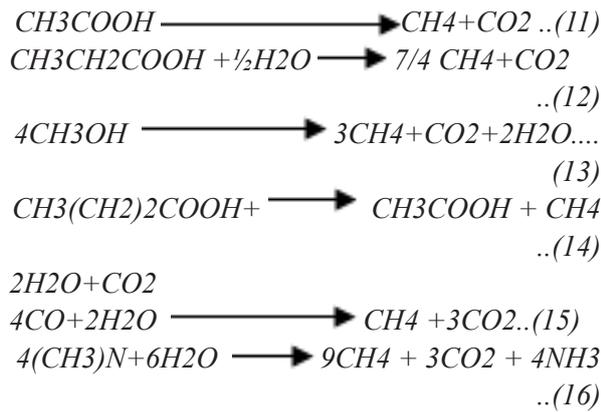
Produksi dari fase asidogenik berfungsi sebagai substrat untuk bakteri lain, dari fase asidogenik. fase acetogenic membatasi laju degradasi dalam tahap akhir. dari kuantitas suatu komposisi biogas, kesimpulan dapat ditarik tentang aktivitas bakteri asetogenik. Pada waktu yang sama, senyawa nitrogen organik dan sulfur dapat termineralisasi ke hidrogen sulfur dengan memproduksi amonia [4].



c. Metanogenesis

Bakteri metanogen seperti methanococcus, methanosarcina, dan methano bacterium akan mengubah menjadi gas metan, karbondioksida, dan air yang merupakan komponen penyusun biogas. Berikut reaksi perombakan yang dapat terjadi pada tahap metanogenesis [2].





Jumlah energi yang dihasilkan dalam pembentukan biogas sangat bergantung pada konsentrasi gas metana yang dihasilkan pada proses metanogenesis.

Semakin tinggi kandungan metana yang dihasilkan, maka semakin besar pula energi yang terbentuk. Sebaliknya, apabila konsentrasi gas metana yang dihasilkan rendah, maka energi yang dihasilkan juga semakin rendah. Kualitas biogas yang dihasilkan juga dapat ditingkatkan melalui penghilangan hidrogen sulfur, kandungan air, dan karbondioksida yang turut terbentuk [5].

3. METODOLOGI PELAKSANAAN

A. Strategi

Strategi yang akan dilakukan oleh tim pengabdian adalah sebagai berikut:

1. Perancangan reaktor biogas.
2. Pemberian edukasi kepada masyarakat di Desa Kedungboto mengenai program pemanfaatan dan pemilahan sampah.
3. Pemberian pelatihan pembuatan reaktor biogas.
4. Pembentukan mitra dan pelaku program pelatihan dan pendampingan teknis pembuatan reaktor biogas pengolah campuran sampah pasar dan limbah kandang ternak sebagai EBT (Energi Baru Terbarukan) Ramah Lingkungan.
5. Pemanfaatan hasil program.
6. Pendampingan teknis secara berkala.



Gambar 2. Kerangka Konsep

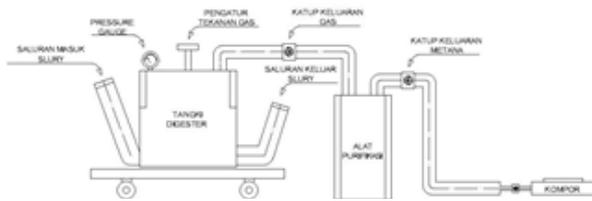
B. Rencana Kegiatan

Untuk dapat mencapai target yang diharapkan dan menjalankan strategi yang telah direncanakan, maka kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan tahapan kegiatan, diantaranya:

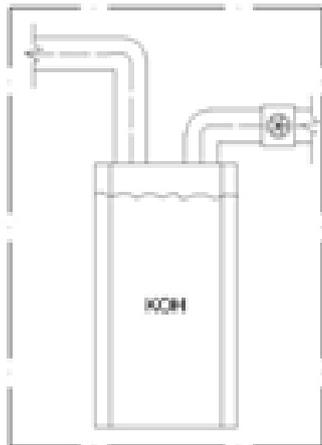
a. Tahap Perancangan Reaktor

Pada dasarnya sistem reaktor biogas portable terbagi menjadi 3 (tiga) bagian utama yaitu tangki biodigester, alat purifikasi, dan kerangka dudukan beroda. Rancangan reaktor biogas portable seperti Gambar 3.2 di bawah ini.

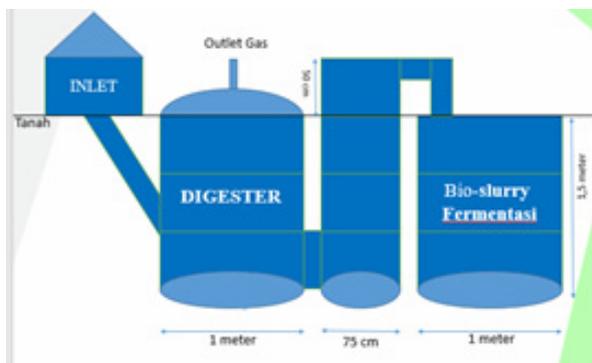
Rancangan dari alat purifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Rancangan Reaktor Biogas Portable
Sumber : Hasil Rancangan, 2018



Gambar 4. Rancangan Alat Purifikasi
Sumber : Hasil Rancangan, 2018



Gambar 5. Rancangan Biogas yang Diterapkan
Sumber : Hasil Rancangan, 2018

Alat purifikasi terbuat dari kaca dan cairan di dalamnya adalah kalium hidroksida. Kalium hidroksida mampu mengikat CO₂, sehingga diharapkan mampu menaikkan kualitas biogas yang murni mengandung metana. Di sisi lain, pengikatan CO₂ dapat mengurangi kadar emisi carbon diudara. Rancangan desain biogas yang diterapkan pada mitra dapat di lihat pada Gambar 5.

Dengan segala ukuran yang ditentukan dan bagian dengan fungsi masing-masing diharapkan menjadi desain biogas yang memiliki harga produksi rendah tapi memiliki efisiensi yang tinggi.

b. Tahap Pelatihan dan Pendampingan Teknis

Tahap ini bertujuan untuk memberikan edukasi tentang pemilahan sampah, jenis-jenis sampah yang dapat dimanfaatkan, hal-hal yang harus diperhatikan dalam operasionalisasi reaktor biogas seperti tekanan dan temperatur yang berguna menjaga kehidupan bakteri pengurai sampah (EM-4), serta pelatihan dan pendampingan teknis pembuatan reaktor biodigester portable kepada masyarakat dengan bahan yang mudah ditemui dan harga yang terjangkau.

c. Tahapan Pengujian Reaktor Biodigester Portable

Pengujian diawali dengan pencampuran sampah organik pasar dengan kotoran sapi dan dimasukkan melalui inlet slurry dengan perbandingan 1 : 1 dan penambahan air setara 1 : 1, proses fermentasi dengan penambahan starter EM-4, dengan HRT (Hydraulic Retention Time) sekitar 20-30 hari dan biogas pun siap ditampung dan disalurkan untuk dikonsumsi sebagai bahan bakar.

d. Tahap monitoring dan evaluasi

Pada tahap monitoring dan evaluasi, kondisi dan efektivitas reaktor biogas, efektivitas kegiatan pelatihan pembuatan reaktor biogas, dan masalah dan kendala yang dihadapi dari masyarakat dikumpulkan untuk dicarikan solusi serta menjadi masukan bagi tim pengabdian dalam monitoring keberlanjutan program.

4. PEMBAHASAN

Hasil yang telah didapat dari program pengabdian masyarakat tentang program pelatihan dan pendampingan pembuatan reaktor biogas yang memanfaatkan campuran sampah organik pasar dan limbah kandang ternak adalah sebagai berikut, terdiri dari 3 (tiga poin penting) pengajaran tentang cara pemilahan sampah organik dan pemanfaatannya untuk menjadi starter EM-4,

pembuatan reaktor biogas portable sebagai studi cara kerja reaktor biogas, pembangunan dan pendampingan reaktor biogas di desa Kendal, Ngawi dan KedungBoto, Pasuruan.

Sebelum melakukan sosialisasi pada masyarakat setelah reaktor biogas terbangun, terlaksana studi internal tim tentang tata cara jenis sampah yang bisa digunakan sebagai penghasil biogas dan pembuatan starter EM-4 untuk biogas dari sampah organik berupa limbah sayur dan buah. EM4 merupakan inovasi produk ramah lingkungan yang dipergunakan sebagai produk pertanian organik sebagai sumber mikroorganisme dan aktivator. Pembuatan EM4 dengan cara fermentasi dilakukan selama 30 hari diawali dengan pencacahan bahan baku guna memperkecil ukuran, dan dilakukan fermentasi anaerob selama 30 hari.

Pada pembuatan reaktor biogas sudah terlaksanakan secara sistematis sesuai urutan pembuatan dan sesuai dengan desain yang ditetapkan terdapat digester utama, roda portable dan alat purifikasi. Permasalahan saat pembangunan reaktor biogas portable adalah tentang sulitnya memastikan reaktor ini tidak bocor atau harus kedap udara untuk proses anaerob. Saat terdapat kebocoran sambungan atau tutupan biogas tidak akan terbentuk dan adapun bila biogas terbentuk pasti langsung bergerak ke arah luar sekaligus menjadi kekurangan biogas ini disamping sedikitnya gas yang tercipta. Roda yang diharapkan menjadi portable dan keunggulan reaktor ini pada kenyataannya saat telah diisi oleh limbah sampah organik dan limbah kandang ternak ditambah air menjadikan massa biodigester tersebut menjadi sangat berat dan mengurangi bahkan menghilangkan sisi ke portableannya.



Gambar 6. Pemilahan Sampah untuk EM4
Sumber : Dokumentasi Pelaksanaan



Gambar 7. Edukasi Sistem Kerja Biodigester Via Pembuatan Biodigester Portable
Sumber : Dokumentasi Pelaksanaan, 2018



Gambar 7. Sosialisasi Limbah Organik untuk EM4
Sumber : Dokumentasi Pelaksanaan, 2018



Gambar 8. Biodigester Portable
Sumber : Dokumentasi Pelaksanaan, 2018

Sistem cara kerja biogas yang dipelajari dari biogidister portable di realisasikan menjadi biogidister berskala besar dengan desain baru yang didesain sedemikian rupa untuk bisa menghasilkan gas semaksimalnya dengan biaya pembuatan semurah-murahnya. Biogidister ini memiliki ukuran panjang sekitar lebar 0,13 m dan kedalaman dari permukaan tanah 2,30m.



*Gambar 9. Pembuatan Reaktor Biogas dengan warga desa Kedung Boto, Pasuruan
Sumber : Dokumentasi Pelaksanaan, 2018*



*Gambar 10. Peletakkan beton buis untuk digister di desa Kendal, Ngawi
Sumber : Dokumentasi Pelaksanaan, 2018*



*Gambar 10. Hasil Biogas Warga
Sumber : Dokumentasi Pelaksanaan, 2018*

Dalam biogidister yang telah dibangun mengutamakan sisi efektivitasnya untuk merubah sampah organik dan kotoran hewan menjadi biogas. Dalam pembangunan reaktor terdapat beberapa tahap yaitu, persiapan berupa desain dan lokasi pembangunan, pembelian material, penggalian tanah, pemasangan base, pengecoran dan pemasangan antara instalasi pipa, plastik penampung menuju kompor. dapat dilihat pada Gambar 10.

Setelah berada dalam tahap pengisian limbah organik dan kandang ternak pada biogidister selama 25 hari berturut-turut dengan perbandingan bahan dan air yakni 1:1 serta penambahan EM4 dari pengolahan sampah organik warga menghasilkan data kualitatif dan kuantitatif sebagai berikut dengan harga yang terjangkau kelebihan lain dari biogidister ini adalah tidak memerlukan lahan karena berada di bawah permukaan tanah, nyala api biru dan untuk pemakaian atau konsumsi gas oleh masyarakat biasanya masyarakat menggunakan biogas ini untuk memasang pada waktu pagi, siang dan sore hari. Untuk hasil yang bisa tertampung di plastik tampung perharinya jika dilakukan pemakaian 3 kali sehari adalah 847,8 liter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2015. Outlook Energi Indonesia.
- [2] Wahyuni, S. 2013. Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Ga dan Listrik PT. Agro Media Pustaka. Jakarta Selatan. 117 hlm
- [3] Hardoyo, dkk. 2014. Panduan Praktis Membuat Biogas Portabel Skala Rumah Tangga & Industri. Yogyakarta. Penerbit ANDI.
- [4] Nuri, M. 2017. Pengaruh Diameter Lubang Bubbles Generator Pada Peningkatan CO₂, Dengan Larutan Kalium Hidroksida 4 Molar. Jember: Fakultas Teknik UNEJ.
- [5] Yamtinah, Sri, dkk. 2006. Studi Pustaka Pemanfaatan Proses Biokonversi Sampah Organik Sebagai Alternatif Memperoleh Biogas. Solo, UNS.

Halaman ini sengaja dikosogkan