



## PEMANFAATAN LIMBAH KOTORAN MANUSIA MENJADI BIOGAS PADA PEMBERDAYAAN PONDOK PESANTREN BINA UMAT YOGYAKARTA

**KRT Nur Suhascaryo<sup>1</sup>, Adi Ilcham<sup>2</sup>, Susila Herlambang<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Indonesia

Email address : nur.suhascaryo@upnyk.ac.id

### **Abstract**

*Bina Umat Islamic Boarding School is the largest integrated Islamic school in Yogyakarta, located in Setran, Sumberarum, Moyudan, Sleman, Yogyakarta. Focusing on religious and academic education, this Islamic boarding school offers a learning environment for the intellectual and spiritual development of students. With an area of 12,000 m<sup>2</sup>, this Islamic boarding school has various facilities, such as a dormitory building, mosque, laboratory, field, canteen, kitchen and library. With quality education and facilities, this Islamic boarding school accommodates around 870 students from various levels. This large number of students causes the production of human waste to continue to increase. However, this waste which is considered worthless can be used to make biogas which can be used as a substitute for natural gas, cooking fuel and others. The aim is to apply human waste processing technology to produce biogas which can be used for Bina Umat Islamic boarding school needs, such as cooking and heating water, thereby reducing dependence on LPG gas. In implementing community service, the method used is a participatory community empowerment model. The results obtained from this program are that the residents of the Bina Umat Islamic boarding school use modern biogas technology so that human waste, which was previously considered to have no value, can be used into valuable products. The final products produced from this program are biogas which are expected to be useful for the Bina Umat Islamic boarding school.*

**Keywords:** Biogas, Bina Umat Islamic boarding School, human waste

### **Abstrak**

Pondok Pesantren Bina Umat merupakan sekolah islam terpadu terbesar di Yogyakarta yang berlokasi di Dusun Setran, Sumberarum, Moyudan, Sleman, Yogyakarta. Berfokus pendidikan agama dan akademik, pesantren ini menawarkan lingkungan belajar untuk pengembangan intelektual dan spiritual santri. Dengan luas 12.000 m<sup>2</sup>, pesantren ini memiliki berbagai fasilitas, seperti gedung asrama, masjid, laboratorium, lapangan, kantin, dapur, dan perpustakaan. Dengan pendidikan dan fasilitas yang berkualitas, pesantren ini menampung sekitar 870 santri dari berbagai tingkatan. Banyaknya santri ini menyebabkan produksi limbah kotoran manusia terus meningkat. Namun justru limbah yang dianggap tidak bernilai ini dapat

dimanfaatkan menjadi biogas yang dapat digunakan sebagai energi pengganti gas alam, bahan bakar memasak, dan lainnya. Tujuannya yakni menerapkan teknologi pengolahan limbah manusia untuk menghasilkan biogas yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pondok pesantren Bina Umat, seperti memasak dan memanaskan air, sehingga mengurangi ketergantungan akan gas LPG. Dalam pelaksanaan pengabdian, metode yang digunakan yakni model pemberdayaan masyarakat partisipatif. Hasil yang diperoleh dari program ini yakni penduduk pondok pesantren Bina Umat menggunakan teknologi biogas yang modern sehingga kotoran manusia yang sebelumnya dianggap tidak memiliki nilai, dapat dimanfaatkan menjadi produk bernilai. Produk akhir yang dihasilkan dari program ini berupa biogas yang diharapkan dapat bermanfaat bagi pondok pesantren Bina Umat.

**Kata Kunci:** Biogas; pondok pesantren Bina Umat; limbah kotoran manusia

---

## **PENDAHULUAN**

Limbah kotoran manusia menjadi salah satu limbah yang terus meningkat di Pondok Pesantren Bina Umat. Dengan santri yang berjumlah kurang lebih 870 orang, ditambah dengan tenaga pengajar pesantren, staf administrasi, serta pengurus pondok menyebabkan limbah kotoran manusia yang ditampung di dalam septic tank semakin menumpuk seiring berjalannya waktu. Limbah kotoran manusia yang tersimpan di septic tank ini seringkali dianggap sebagai hal yang tidak bermanfaat. Padahal kotoran manusia yang dianggap tidak bernilai ini justru dapat diolah menjadi sesuatu yang sangat bermanfaat. Melalui proses pengolahan limbah, kotoran manusia yang tertampung ini dapat menghasilkan teknologi biogas. Biogas merupakan gas produk akhir degradasi anaerobik dari proses fermentasi dengan bahan organik oleh bakteri. Komponen terbesar dari biogas ini adalah metana ( $\text{CH}_4$ ) sebesar 50-70% dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) sebesar 30-40%. Biogas sangat potensial untuk dijadikan sebagai sumber energi karena kandungan  $\text{CH}_4$  (metana) yang tinggi dan nilai kalornya cukup tinggi yaitu berkisar 4.800-6.700 kkal/m<sup>3</sup>. Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperhatikan beberapa parameter yaitu dengan mengurangi dan menghilangkan kandungan hydrogen sulphur, kandungan air dan juga karbon dioksida yang terdapat di dalamnya melalui beberapa proses fisika dan kimia.

Keberadaan biogas dapat mengurangi ketergantungan pada penggunaan energi berbahan bakar minyak bumi. Saat ini sebagian besar masyarakat masih sangat bergantung dengan bahan bakar minyak bumi. Berbagai kebutuhan sehari-hari hingga kegiatan industri masih memanfaatkan energi minyak bumi untuk mampu menggerakkan mesin atas berbagai kebutuhan manusia. Salah satu energi minyak bumi yang masih tinggi penggunaannya adalah Liquid Petroleum Gas (LPG)



yang terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), konsumsi gas LPG di Indonesia mencapai 72,99 juta barel setara minyak (BOE) pada tahun 2022. Jumlah ini meningkat 2,43% dibandingkan setahun sebelumnya. Dari sumber yang sama disebutkan sebagian besar LPG yang digunakan di Indonesia tersebut merupakan hasil impor yaitu mencapai 74%. dimana data ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah impor LPG sebesar 46% dibandingkan jumlah impor LPG pada tahun 2011. Data kementerian ESDM juga menunjukkan bahwa dalam satu decade telah menunjukkan peningkatan tiga kali lipat impor LPG RI hingga mencapai 6,34 juta ton pada tahun 2021.

Penggunaan LPG di Indonesia cukup bervariasi, mulai dari kegiatan rumah tangga (seperti memasak), kegiatan komersial (restoran dan hotel), hingga di kegiatan industri. Kebergantungan masyarakat Indonesia terhadap LPG masih cukup tinggi. Hal ini berdasarkan data yang dipublikasikan oleh Databoks (2021) yang menunjukkan lebih dari 80% masyarakat Indonesia menggunakan gas LPG sebagai bahan utama untuk memasak. Hal ini tentu sangat berbanding terbalik dengan penggunaan biogas di Indonesia yakni berada di bawah angka 10%.

Banyaknya penduduk di Pondok Pesantren Bina Umat Yogyakarta dapat dilihat sebagai peluang besar produksi biogas berbahan dasar limbah kotoran manusia yang sampai saat ini masih menumpuk di septic tank pondok. Akan tetapi, saat ini sumber energi ini belum diproduksi dan belum dimanfaatkan secara maksimal meskipun biogas memiliki potensi pemanfaatan yang cukup besar bagi pondok pesantren, seperti memasak, memanaskan air, atau bahkan dikonversi kedalam bentuk energi lain seperti listrik.

Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk mengubah limbah kotoran manusia menjadi sumber energi alternatif serta bahan yang berguna, seperti biogas dan pupuk organik, melalui proses pengolahan yang akan digunakan untuk menyuburkan pertanian di sekitar pondok, sehingga tidak ada limbah yang terbuang sia-sia. Untuk memulai hal tersebut ditetapkan skala prioritas yaitu; 1. Pembangunan fasilitas pengolahan limbah kotoran manusia menjadi biogas di Pondok Pesantren Bina Umat, 2. Pembangunan fasilitas penyalur biogas ke lokasi pemanfaatan seperti tangki air dan dapur di Pondok Pesantren Bina Umat, 3. Pemanfaatan sisa produk pengolahan limbah menjadi pupuk padat dan pupuk cair bagi tanaman.

## **METODE DAN PELAKSANAAN**

### **Metode**

Metode pemanfaatan limbah kotoran manusia menjadi biogas dengan model pemberdayaan masyarakat partisipatif, seperti Participatory Rural Appraisal (PRA),

melibatkan serangkaian tahapan yang melibatkan partisipasi aktif dan kolaboratif dari masyarakat Pondok Pesantren. Metode ini penting untuk memastikan keterlibatan masyarakat secara aktif dalam proses pengolahan limbah kotoran manusia menjadi biogas, serta mendapatkan informasi yang mendalam untuk merancang solusi yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal. Materi yang digunakan dalam studi ini mencakup limbah kotoran manusia, air, dan juga EM4.

Sementara itu, perangkat yang digunakan merupakan susunan peralatan biogas yang terdiri dari digester, wadah penampung kotoran, cangkul, alat pemberi makan (gembor), karung, termometer, dan timbangan.

Program ini akan dijalankan melalui 6 langkah berurutan, dimulai dari tahap Perencanaan, kemudian dilanjutkan dengan Participatory Rural Appraisal-PRA, Persiapan, Pelaksanaan, Transfer Teknologi, serta tahap Monitoring dan Evaluasi.

### **Pelaksanaan Kegiatan**

Pelaksanaan PbM dengan melakukan pembuatan proposal mula-mula, pembuatan layout digester seluas 6 m<sup>3</sup> pada pondok putra, pengadaan alat dan bahan yang diperlukan, penetapan fasilitator, dan pembekalan kepada anggota peneliti meliputi diskusi dengan petinggi ponpes dan juga para pekerja di lapangan.

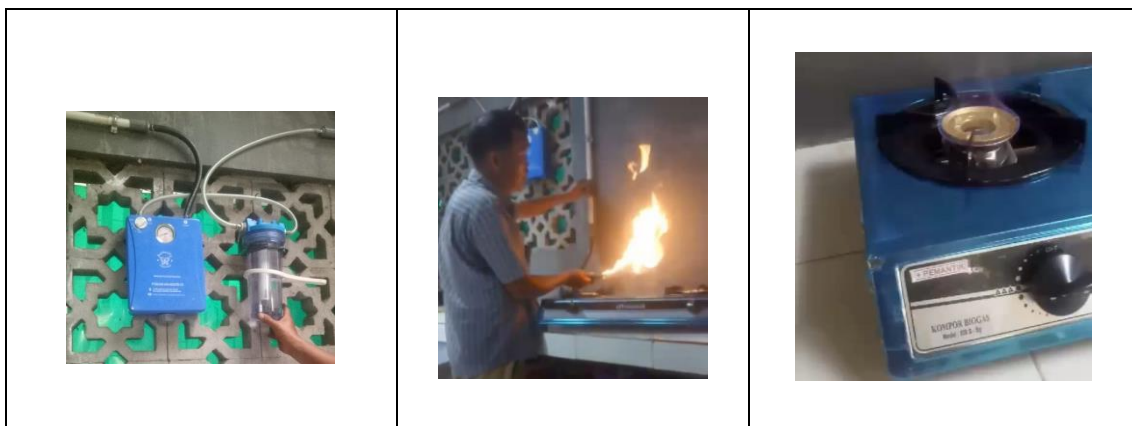
Pelaksanaan kegiatan instalasi produk biogas yang mulai dilaksanakan ketika para santri libur semester yakni pada tanggal 26 Juni hingga tanggal 12 Juli 2024. Pada tahap awal sudah dilakukan proses penggalian untuk digester biogas dengan luas 2.8 m dan tinggi 2.4 m. Proses penggalian ini memakan waktu selama 3 hari. Dilanjutkan dengan pembuatan lantai kerja, pemasangan dinding digester, pembuatan kubah (ruangan gas) dan outlet, lalu penyambungan instalasi. Proses pembuatan instalasi biogas selesai dengan kurun waktu selama tiga minggu.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

Hasil yang diperoleh dari program ini yaitu implementasi penggunaan dan perbaikan alat biogas dengan kapasitas 15-20 kg, dengan dimensi diameter 5 meter dan kedalaman 2,5 meter. Dalam digaster yang telah dibangun mengutamakan sisi efektivitasannya untuk mengubah kotoran manusia menjadi biogas. Langkah berikutnya dalam urutan tersebut adalah menjalankan uji kebocoran untuk memastikan bahwa tidak ada bagian yang mengalami kebocoran, karena dapat berdampak negatif pada lingkungan jika gas bocor. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mendeteksi kemungkinan kebocoran pada reaktor biogas, termasuk pemeriksaan tekanan, penggunaan semprotan deteksi kebocoran (leakage spray), pengukuran gas dengan laser, dan pemanfaatan kamera inframerah.

Pendeteksian potensi kebocoran biogas melalui pemeriksaan tekanan dapat diidentifikasi oleh penurunan tekanan gas yang signifikan. Apabila terjadi kebocoran pada sambungan atau penutupan reaktor biogas, proses pembentukan biogas tidak akan berlangsung, dan jika biogas berhasil terbentuk, akan segera mengalir keluar ke lingkungan, mengakibatkan kurangnya pasokan biogas yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan terjadinya kekurangan produksi biogas, selain dari produksi gas yang terbentuk menjadi lebih sedikit. Pendekatan lain adalah melalui semprotan deteksi kebocoran yang berubah menjadi busa; jika terdeteksi adanya kebocoran biogas, busa tersebut akan mengubah warnanya. (Clemens et al., 2012).



Gambar 1. Uji Coba Instalasi Biogas Pada Dapur Pesantren BUMA

### **Pembahasan**

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk di antaranya; kotoran hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah biodegradable atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida. Biogas sangat berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi sumber energi terbarukan. Hal ini dikarenakan kandungan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang tinggi dan nilai kalornya yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 4.800-6.700 kkal/m<sup>3</sup>. (Wardana et al., 2021). Gas metana hanya memiliki satu atom karbon dalam setiap molekulnya, sehingga saat dibakar menghasilkan dampak lingkungan yang lebih rendah. Biogas tidak memiliki warna, bau, memiliki kepadatan rendah, dan memiliki kemampuan untuk membakar dengan cepat dan intens.

Proses produksi biogas dari kotoran manusia dilakukan melalui proses fermentasi secara anaerobik (tanpa oksigen). Proses ini menghasilkan gas yang mayoritas terdiri dari metana dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Gas yang dihasilkan disebut biogas atau gas rawa. Biogas ini memiliki potensi sebagai sumber bahan bakar karena mengandung metana ( $\text{CH}_4$ ) yang mudah terbakar. Proses dekomposisi anaerobik didukung oleh berbagai mikroorganisme, terutama bakteri metana. Proses fermentasi ini berjalan optimal pada suhu antara 25-55°C di mana

mikroorganisme dapat efektif memecah bahan organik.

Biogas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti gas LPG. Untuk 1kg kotoran manusia dapat menghasilkan sekitar 0.35 – 0.5 m<sup>3</sup> biogas.

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Pondok Pesantren Bina Umat Yogyakarta merupakan salah satu pondok pesantren yang memiliki banyak santri sehingga dihasilkan banyak limbah kotoran. Dengan program pemanfaatan limbah kotoran manusia menjadi biogas dapat diolah sehingga memiliki nilai dan potensi yang berharga bagi manusia. Dengan pengolahan yang tepat, kotoran manusia dapat diubah menjadi sumber daya energi ramah lingkungan yang bermanfaat seperti biogas yang bisa menggantikan ketergantungan terhadap LPG.

Reaktor yang dibuat untuk mengolah limbah kotoran manusia menjadi biogas telah dibuat dan diuji sehingga layak digunakan. Dari hasil uji reaktor didapatkan bahwa dengan bertambahnya waktu, tekanan biogas akan naik.

### **Saran**

Diperlukan langkah penelitian tambahan untuk menguji sejumlah parameter yang diperoleh dari hasil keluaran perangkat, seperti gas, dengan tujuan meningkatkan hasil produk menjadi lebih efisien. Selain itu, upaya pengembangan biogas ini perlu dijalankan secara berkelanjutan, sehingga dapat mengurangi akumulasi limbah kotoran manusia di Pondok Pesantren Bina Umat.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini, terutama kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Indonesia dan Kementerian Riset, teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dukungan dana untuk pengabdian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan berkontribusi positif pada pengabdian masyarakat, Pihak Pondok Pesantren Bina Umat, dan masyarakat sekitar, serta para teknisi lapangan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Clemens, J., Kohne, S., Neitzel, S. and Schreier, W. 2012. Leakage control of biogas plants. *Bioresource technology*, 95(1), pp.1-10. 2012. *Orbit*, pp.1- 8.
- Pertiwinigrum, A. 2015. *Instalasi Biogas*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.



Sreekrishnan, T.R., Kohli, S. and Rana, V. 2004. Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques--a review.

