

NASKAH ORISINAL

Pemanfaatan Sampah Organik untuk Produksi Biogas di Lembaga Pemasarakatan Klas II A Jember dengan Melibatkan Narapidana

Maktum Muharja^{1,*} | Rizki Fitria Darmayanti¹ | Ditta Kharisma Yolanda Putri¹ | Atiqa Rahmawati²

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Jember, Jember, Indonesia

²Politeknik Akademi Kulit Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Korespondensi

*Maktum Muharja, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Jember, Jember, Indonesia. Alamat e-mail: maktum@unej.ac.id

Alamat

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jalan Kalimantan 37 Jember 68121, Indonesia

Abstrak

Kabupaten Jember memiliki Lembaga Pemasarakatan (Lapas) klas II A yang berlokasi di tengah kota Jember. Sampah yang dihasilkan di Lapas cukup banyak. Jumlah sampah yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penghuni Lapas. Namun, jika sampah yang ada tidak dimanfaatkan dengan baik akan langsung mencemari lingkungan. Solusi yang ditawarkan pada kegiatan ini adalah mendapatkan sumber energi baru agar lebih ekonomis. Solusi tersebut dilakukan dengan cara melaksanakan pengabdian berupa pemasangan perangkat pengolah biogas untuk Lapas Jember serta sosialisasi dan demonstrasi penggunaan alat. Metode yang dilaksanakan yaitu dengan cara survey, instalasi alat, dan pelaksanaan sosialisasi. Pengabdian ini menghasilkan teknologi tepat menggunakan alat fermentor biogas, dengan bahan baku yang dimasukkan ke dalam fermentor berupa sampah organik, air, dan rumen (kotoran sapi). Uji coba alat fermentor tersebut telah menghasilkan biogas dan dapat disosialisasikan kepada penghuni Lapas Klas IIA Jember.

Kata Kunci:

Biogas, Fermentor, Narapidana, Lapas, Sampah

1 | PENDAHULUAN

Kabupaten Jember memiliki Lembaga Pemasarakatan (Lapas) klas IIA yang berlokasi di tengah kota Jember, tepatnya di Jl. PB Sudirman No.13, Pagah, Jemberlor, Kec. Patrang, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68155. Saat ini penghuni Lapas Jember dihuni oleh lebih dari 700 orang. Jumlah sampah yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penghuni Lapas.

Sampah di Lapas terdiri dari berbagai jenis. Beberapa jenis sampah yang paling banyak diproduksi adalah sampah organik dan plastik. Sampah organik sendiri terdiri dari sampah dapur, sisa makanan, dan kulit kedelai. Berbagai jenis sisa makanan seperti limbah campuran makanan (sisa buah dan sayur), limbah roti, limbah daging, limbah beras, buah kurma, kacang polong, sayuran berdaun dan limbah ikan^[1]. Sampah dapur dan sisa makanan diperoleh dari makanan penghuni sehari-hari, sedangkan kulit kedelai diperoleh dari sisa produksi tempe yang merupakan kegiatan unit kerja pemberdayaan Lapas. Saat ini seluruh sampah tersebut langsung dibuang ke luar Lapas untuk diangkut ke TPA Jember.

Kegiatan menyiapkan makanan untuk para penghuni Lapas serta kegiatan usaha pembuatan tempe membutuhkan gas sebagai sumber energi. Sampah dalam jumlah besar yang dihasilkan berpotensi sebagai sumber energi alternatif. Sampah tersebut dapat difermentasi secara anaerobik dengan peralatan yang cukup sederhana sehingga dapat mengurangi kebutuhan gas yang harus dibeli secara rutin oleh Lapas.

Adanya pengolahan sampah di lingkungan Lapas diharapkan juga mampu meningkatkan pemberdayaan penghuni Lapas. Saat ini terdapat beberapa produk usaha yang dihasilkan dari pemberdayaan penghuni Lapas seperti tempe, kerajinan dari pohon kopi, dan meubel kayu. Pengolahan biogas sendiri memerlukan beberapa tenaga untuk menghaluskan dan memasukkan bahan baku setiap harinya sehingga dapat memberdayakan penghuni.

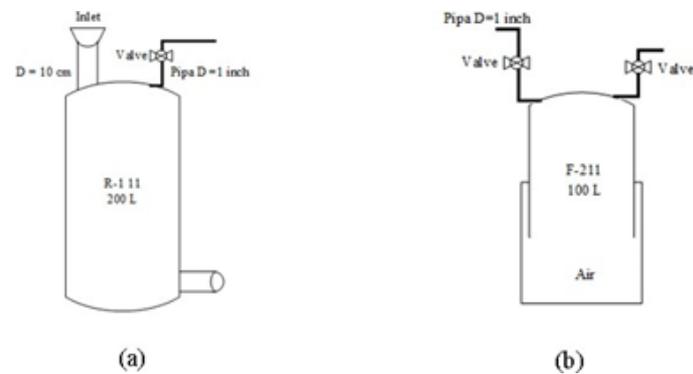
Oleh karena itu pemasangan perangkat pengolahan biogas akan bermanfaat bagi Lapas Jember dan Program Studi Teknik Kimia. Prodi Teknik Kimia telah memulai kerja sama dengan Lapas Jember yang diwujudkan dalam bentuk MoA. Kerja sama ini diharapkan dapat menjadi sarana implementasi teknologi serta pembelajaran bagi dosen dan mahasiswa sehingga dapat meningkatkan kualitas prodi.

Kegiatan ini dapat dilaksanakan oleh Prodi Teknik Kimia sebagai salah satu bentuk pengabdian. Teknologi pengolahan biogas telah dikembangkan selama beberapa bulan yang lalu dan siap untuk diterapkan. Hal ini merupakan bentuk implementasi kerja sama prodi dengan Lapas. Kerja sama ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk Lapas menggunakan limbahnya sebagai substitusi energi. Pengabdian ini merupakan awal kerja sama yang diharapkan dapat berlanjut pada kerja sama di bidang yang lebih luas. Kerja sama ini akan memberikan dampak positif pada kedua belah pihak.

2 | METODE PELAKSANAAN

Program ini dilaksanakan pada tahun 2019 di Lapas Klas II A Jember, Kabupaten Jember. Mekanisme dan rencana kegiatan pengabdian berupa pemasangan perangkat pengolah biogas untuk Lapas Klas IIA Jember serta sosialisasi dan demonstrasi penggunaan alat adalah sebagai berikut:

1. Melakukan survey ke tempat pembuatan biogas di TPA Pakusari. Kegiatan ini berfungsi sebagai pengecekan dan pembelajaran mengenai biogas agar dapat berjalan sesuai dengan rencana yang ditetapkan.
2. Menyiapkan peralatan dan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan reaktor biogas.
3. Instalasi alat pengolah biogas di Lembaga Pemasarakatan (Lapas) Klas IIA Jember. Gambar desain alat reaktor biogas dapat dilihat pada Gambar (1)
4. Pelaksanaan kegiatan Sosialisasi dan Demonstrasi Penggunaan Reaktor Biogas yang bertempat di Lembaga Pemasarakatan (Lapas) Klas IIA Jember. Kegiatan ini berfungsi untuk mendemonstrasikan cara penggunaan dan pemanfaatan biogas untuk kegiatan memasak di dapur Lapas. Kegiatan seperti ini juga mampu meyakinkan kelompok sasaran terhadap keamanan reaktor sehingga pengguna terhindar dari resiko kejadian yang tidak diinginkan^[2].
5. Kegiatan sosialisasi pengolahan biogas dilaksanakan dengan menggunakan metode presentasi oral mengenai bagaimana cara mengolah sampah organik menjadi biogas dan selanjutnya diikuti dengan studi langsung ke lapangan untuk melihat proses pengolahan biogas secara langsung.
6. Monitoring dan evaluasi. Kegiatan ini berfungsi sebagai upaya pemantauan fungsi dan kondisi TTG dalam menghasilkan biogas.
7. Pelaporan kegiatan

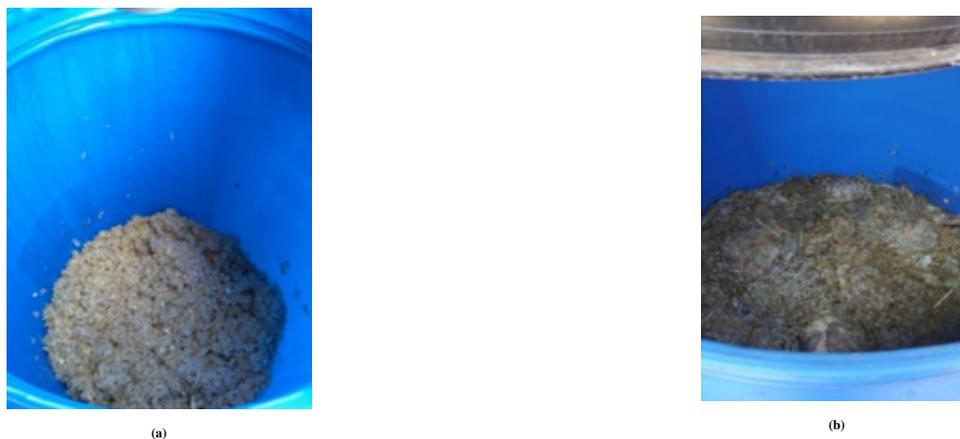


Gambar 1 Desain peralatan produksi biogas: (a) reaktor biogas dan (b) penampung gas dengan prinsip floating.

3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 | Teknologi Tepat Guna Alat Fermentor

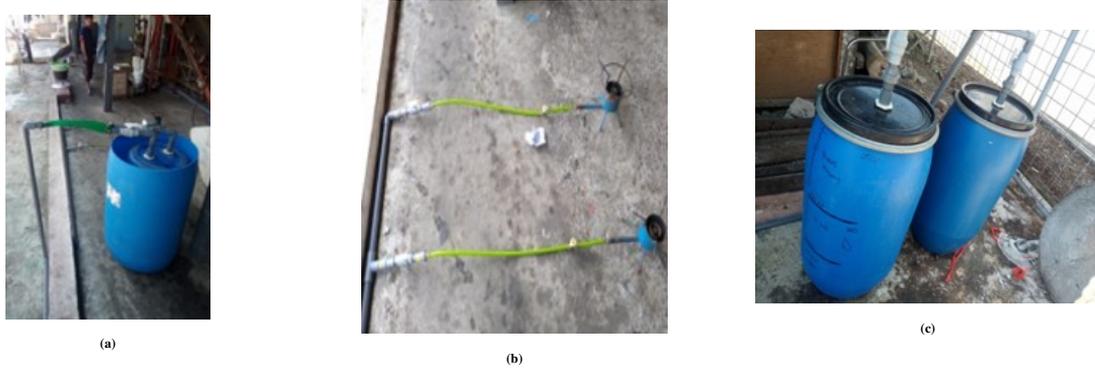
Teknologi Tepat Guna (TTG) adalah teknologi yang dibuat untuk mempermudah masyarakat atau suatu kelompok maupun perseorangan untuk menjalankan aktivitas sehari-hari^[3]. Dalam pengabdian ini, TTG berupa alat fermentor biogas dibuat sesuai dengan rancangan yang telah digambarkan pada Gambar (1). Bahan baku yang dimasukkan ke dalam alat fermentor tersebut berupa sampah organik, air, dan rumen (kotoran sapi) dengan rangkaian alat produksi terdiri dari dua tangki fermentor, satu tangki penyimpanan gas, serta dua kompor seperti yang tertera pada Gambar (3)^[4]. Tangki fermentor berfungsi sebagai tempat terjadinya fermentasi bahan baku yang akan menghasilkan gas yang dapat menjadi alternatif sumber energi, menginaktivasi bakteri penyebab penyakit (pathogen), menjaga limbah organik agar tetap terkendali dan menghemat pengeluaran terhadap konsumsi energi khususnya di Lapas Klas II A Jember^[5]. Mekanisme fermentasi tersebut pada dasarnya didasarkan pada konversi glukosa menjadi H_2 , CO_2 , dan asam lemak volatil (VFA) dimana produk tersebut dapat digunakan secara materi maupun energi^[6]. Selain itu unsur yang juga terkandung dalam limbah yang terfermentasi seperti gas metana, CO_2 , H_2 , N_2S serta asam-asam sederhana seperti asam format dan asam asetat^{[5][7]}. Bahan baku yang dimasukkan ke dalam alat fermentor sebelum dan sesudah fermentasi tertera pada Gambar (2).



Gambar 2 Sampah organik Lapas sebelum difermentasi (a) dan setelah fermentasi (b).

Biogas merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dikategorikan sebagai *renewable energy* karena bahan bakunya dapat diperbaharui kelimpahannya dan berfungsi sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti minyak tanah dan gas alam^{[8][9]}. Biogas memiliki sifat yang mudah terbakar sehingga memiliki kemampuan untuk menjadi energi panas yang dimanfaatkan untuk memasak. Gas yang dihasilkan akan digunakan sebagai sumber energi yang disimpan dalam tangki penyimpanan gas^[10]. Tangki

tersebut juga dilengkapi dengan katup atau *valve* untuk mengontrol aliran gas yang keluar maupun masuk seperti Gambar (3). Gas tersebut merupakan hasil dari fermentasi biomassa dan limbah yang merupakan sumber daya yang cocok untuk menghasilkan bahan bakar dan bahan kimia serta merupakan pengganti potensial untuk sumber daya yang berasal dari fosil^[11]. Gas yang telah ditampung kemudian dialirkan ke kompor untuk dijadikan alternatif sumber energi seperti Gambar (3). Reaktor yang telah mengeluarkan gas akan terdapat sisa-sisa endapan yang disebut sebagai *slurry*. Endapan tersebut dapat digunakan kembali secara langsung untuk sektor pertanian maupun perkebunan menjadi pupuk organik^[12].



Gambar 3 Rangkaian alat produksi biogas, (a) tangki penyimpanan gas, (b) kompor, dan (c) fermentor.

3.2 | Uji Coba Teknologi Tepat Guna Alat Fermentor dan Sosialisasi kepada Narapidana



Gambar 4 Proses perancangan fermentor.

Uji coba TTG alat fermentor merupakan tahap lanjutan program setelah alat dan bahan selesai dikumpulkan. Uji coba ini diawali dengan proses perancangan fermentor dan tangki penampungan biogas seperti yang tertera pada Gambar (4) dan (5). Semua alat kemudian dihubungkan. Pada tahap uji coba kinerja alat, bahan baku dimasukkan dan kompor diuji coba dan telah menghasilkan biogas meskipun hasilnya belum maksimal. Hal ini dikarenakan adanya kebocoran gas pada tangki fermentor, sehingga biogas yang dihasilkan berkurang dari yang seharusnya^[13]. Uji coba alat dilakukan pada 8 November 2019 setelah biogas berhasil diproduksi. Proses fermentasi biogas berlangsung kurang lebih selama 2 minggu karena pada minggu kedua terjadi peningkatan volume dan komposisi gas CH_4 di dalam biogas dalam proses metanogenik^[14]. Dan biogas yang diproduksi dialirkan ke kompor-kompor untuk keperluan memasak seperti yang ditunjukkan pada Gambar (3).



Gambar 5 Proses perancangan tangki penampungan biogas.



Gambar 6 Sosialisasi penggunaan dan perawatan produksi biogas.

Selain uji coba alat, pelaksanaan pengabdian juga didukung dengan dilakukannya sosialisasi yang terintegrasi kepada penghuni Lapas Klas IIA Jember. Sosialisai ini diperlukan agar TTG dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh kelompok sasaran pengabdian secara baik dan benar. Materi sosialisai yang disampaikan oleh tim pengabdian meliputi penyampaian materi tentang biogas serta penyampaian tata cara penggunaan dan perawatan produksi biogas. Materi yang disampaikan diantaranya tentang kandungan, manfaat dan nilai ekonomi sampah organik, tentang produksi biogas, serta tentang proses pemanfaatan limbah produksi biogas^[15]. Sosialisasi ini dilaksanakan pada 6 Desember 2019 di Lapas Klas IIA Jember. Dengan sosialisasi ini, diharapkan para penghuni Lapas memahami tentang manfaat dan nilai ekonomi dari sampah organik yang dapat diolah sebagai biogas, mampu melakukan produksi biogas dan perawatannya, serta dapat memanfaatkan limbah dari produksi biogas tersebut yaitu sebagai pupuk. Kegiatan sosialisasi ditunjukkan pada Gambar (6).

Dengan adanya sosialisasi dan pengabdian terkait pengolahan biogas di Lapas Klas IIA Jember ini diharapkan dapat menambah kegiatan dengan memberdayakan penghuni Lapas, dimana beberapa kegiatan usaha yang telah ada di Lapas pada umumnya hanya terbatas diikuti oleh sebagian orang saja karena membutuhkan kemampuan tertentu untuk melakukannya. Namun pengolahan biogas ini dapat memberdayakan semua penghuni Lapas setiap harinya karena tidak diperlukan kemampuan SDM khusus^[16].



Gambar 7 Foto bersama tim pengabdian masyarakat biogas Lapas Jember.



Gambar 8 Proses pengecekan kualitas biogas.

Kegiatan *monitoring* merupakan proses selanjutnya yang dilakukan oleh tim. Kegiatan ini dilakukan 2 minggu berikutnya setelah kegiatan sosialisasi yaitu pada tanggal 26 Desember 2019. Pemantauan ini meliputi pengecekan terhadap kualitas biogas yang dihasilkan dari TTG. Pemantauan tersebut juga berfungsi sebagai menjaga kontinuitas dari program pengabdian sehingga TTG dapat digunakan dalam waktu yang lama. Pemantauan tersebut memperlihatkan bahwa biogas telah dapat diproduksi dan dialirkan ke kompor untuk memasak.



Gambar 9 Fermentor yang siap dioperasikan secara kontinyu.

4 | KESIMPULAN

Kesimpulan dari Program Pengembangan Desa Binaan ini adalah:

1. Biogas dari limbah organik Lapas Klas II A Jember telah berhasil diproduksi dengan menggunakan teknologi tepat guna alat produksi biogas.
2. Produk samping yang dihasilkan setelah proses fermentasi dapat dimanfaatkan menjadi pupuk tanaman yang membantu pertumbuhan tanaman di area Lapas Jember.

5 | UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (LP2M) Universitas Jember yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini sehingga terlaksana dengan baik.

Referensi

1. Al-Wahaibi A, Osman AI, Al-Muhtaseb AH, Alqaisi O, Baawain M, Fawzy S, et al. Techno-economic evaluation of biogas production from food waste via anaerobic digestion. *Scientific reports* 2020;10(1):1–16.
2. Ullly DN, Wuwur B, et al. Perancangan Reaktor Biogas dengan Pemanfaatan Kotoran Hewan pada Peternakan Tradisional. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2019;3(2):64–68.
3. Zulha IZNA. Penerapan Teknologi Tepat Guna Untuk Peningkatan Pemberdayaan Masyarakat dan Lingkungan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)* 2018;p. 118–125.
4. Yang MM, Wang J, Dong L, Kong DJ, Teng Y, Liu P, et al. Lack of association of C3 gene with uveitis: additional insights into the genetic profile of uveitis regarding complement pathway genes. *Scientific reports* 2017;7(1):1–8.
5. Kartikasari O. Teknologi Biogas sebagai Penanganan Limbah Gas pada Industri Peternakan. *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers BEM Fakultas Geografi UMS I*; 2020. .
6. Weide T, Brüggling E, Wetter C, Ierardi A, Wichern M. Use of organic waste for biohydrogen production and volatile fatty acids via dark fermentation and further processing to methane. *International journal of hydrogen energy*

- 2019;44(44):24110–24125.
7. Joshi SM, Gogate PR. Intensifying the biogas production from food waste using ultrasound: Understanding into effect of operating parameters. *Ultrasonics sonochemistry* 2019;59:104755.
 8. Bong CPC, Lim LY, Lee CT, Klemeš JJ, Ho CS, Ho WS. The characterisation and treatment of food waste for improvement of biogas production during anaerobic digestion—A review. *Journal of cleaner production* 2018;172:1545–1558.
 9. Sarwani S, Sunardi N, AM EN, Marjohan M, Hamsinah H. Penerapan Ilmu Manajemen dalam Pengembangan Agroindustri Biogas dari Limbah Kotoran Sapi yang Berdampak pada Kesejahteraan Masyarakat Desa Sindanglaya Kec. Tanjungsiang, Kab. Subang. *Jurnal Abdi Masyarakat Humanis* 2020;1(2).
 10. Chew KR, Leong HY, Khoo KS, Vo DVN, Anjum H, Chang CK, et al. Effects of anaerobic digestion of food waste on biogas production and environmental impacts: a review. *Environmental Chemistry Letters* 2021;19(4):2921–2939.
 11. Wainaina S, Horváth IS, Taherzadeh MJ. Biochemicals from food waste and recalcitrant biomass via syngas fermentation: a review. *Bioresource technology* 2018;248:113–121.
 12. Abdila AY, Triasih D, Maulida Q. Dampak Pengabdian kepada Masyarakat dalam Pembuatan Biogas untuk Meningkatkan Perekonomian di Desa Glagahagung. In: *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, vol. 6; 2020. p. 188–194.
 13. Muanah M, Karyanik K, Dewi ES. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu menjadi Biogas di Desa Aik Mual Lombok Tengah. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)* 2020;4(5):978–986.
 14. Sitanggang PY. Pengolahan Limbah Tekstil Dan Batik Di Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan* 2017;1(12):1–10.
 15. Pramanik SK, Suja FB, Zain SM, Pramanik BK. The anaerobic digestion process of biogas production from food waste: Prospects and constraints. *Bioresource Technology Reports* 2019;8:100310.
 16. Li W, Zheng P, Guo J, Ji J, Zhang M, Zhang Z, et al. Characteristics of self-alkalization in high-rate denitrifying automatic circulation (DAC) reactor fed with methanol and sodium acetate. *Bioresource technology* 2014;154:44–50.

Cara mengutip artikel ini: Muharja, M., Darmayanti, R.F., Putri, D.K.Y., Rahmawati, A., (2023), Pemanfaatan Sampah Organik untuk Produksi Biogas di Lembaga Pemasyarakatan Klas II A Jember dengan Melibatkan Narapidana, *Sewagati*, 7(1):98–105, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i1.443>.