

PEMBUATAN ALAT PENGHASIL BIOGAS SEDERHANA DI KAMPUNG HAWAI KABUPATEN JAYAPURA

Ilham Salim¹ dan Frans Kafiar²

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura

ABSTRACT

Alamat korespondensi:

¹ Jurusan Kimia FMIPA Kampus UNCEN-Waena, Jl. Kamp. Wolker Waena, Jayapura Papua. 99358.

Email: ilhamkimia@yahoo.com

² Jurusan Pendidikan Kimia FKIP, Kampus UNCEN-Waena, Jl. Kamp. Wolker Waena, Jayapura Papua. 99358. Email: franspither@gmail.com

Biogas is a gas produced from the process of decomposition of organic materials by microorganisms in rare oxygen (anaerobic) conditions. Biogas component: $\pm 60\%$ CH₄ (methane) $\pm 38\%$ CO₂ (carbon dioxide) $\pm 2\%$ N₂, O₂, H₂ and H₂S. Biogas materials in this service comes from cow dung. Cow manure is a substrate that is considered most suitable as a source of biogas, because the substrate already contains methane as source of energy. In addition to cattle dung biogas can also reduce environmental pollution because it produced a more environmentally friendly energy source. In Kampung Hawaii, Jayapura Regency, some of people have been doing cattle ranching activities. The waste in the form of fresh cow dung has not been utilized for the manufacture of biogas as an alternative energy source. The purpose of this devotional activity was to utilize fresh cow dung as a biogas energy source by creating simple biogas generator tools with cheap and easy equipment. The method used with the ratio of cow dung and water, 1:1 and also the addition of EM4 (Effective microorganisms) in the mixture of 5%, 7.5%, 10%; and 12.5% with fixed volume in the digester. The results of this activity obtained biogas which can be made by using a simple tool with respect to the ratio of mixture cow dung and water. Addition of EM4 affects the fermentation reaction in the digester to produce biogas. The highest biogas production was obtained in the addition of EM4 by 10% with the highest produced pressure and obtained quite significantly starting on the 12th day. The cattle ranchers at this location was interested in this devotion activity and will continue to apply the technology of making biogas that has been informed and understood.

Manuskrip:

Diterima: 22 Agustus 2017

Disetujui: 29 Agustus 2017

Keywords: *Biogas, Cow Manure, EM4, Pressure*

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan taraf ekonomi masyarakat. Berdasarkan informasi yang ada menyatakan bahwa persediaan bahan bakar fosil atau BBM (bahan bakar minyak) di Indonesia pada umumnya semakin menipis. Biogas merupakan salah satu hasil dari pemanfaatan limbah kotoran ternak. Biogas terbentuk oleh proses fermentasi secara anaerobik oleh bakteri methan dan bakteri biogas. Gas yang dihasilkan berupa jenis metana (CH₄) yang bersifat mudah terbakar. Bahan Biogas dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini berasal dari kotoran sapi. Kotoran sapi merupakan substrat

yang dianggap paling cocok sebagai sumber pembuat gas bio, karena substrat tersebut telah mengandung bakteri penghasil gas metan yang terdapat dalam perut hewan ruminansia. Kotoran sapi telah sering di gunakan untuk bahan baku biogas selama ini yang merupakan sisa dari pencernaan sapi. Di dalam kotoran sapi tersebut terdapat kandungan selulosa yang sangat sedikit. Walaupun kandungan selulosa yang sangat sedikit saja, kotoran sapi yang di campur air tetap menghasilkan gas metana yang cukup banyak sehingga cukup digunakan sebagai sumber energi alternatif. masyarakat petani dan peternak. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber energi, tidak mengurangi jumlah pupuk organik yang bersumber dari kotoran ternak. Hal

ini karena pada pembuatan biogas kotoran ternak yang sudah diproses dikembalikan ke kondisi semula yang diambil hanya gas metana yang digunakan sebagai bahan bakar.

Menurut Yunus (1995), membuat unit biogas sama dengan meniru perut ternak untuk proses pencernaan. Digester dalam tangki pencernaan dapat dibuat dari bahan plastik, karet, drum, dan semen dan beton. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi langka oksigen (anaerob). Komposisi biogas yang dihasilkan antara lain: $\pm 60\%$ CH₄ (Metana), $\pm 38\%$ CO₂ (karbon dioksida), $\pm 2\%$ N₂, O₂, H₂ dan H₂O. Biogas dapat dibakar seperti elpiji, dalam skala besar biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik sehingga dapat dijadikan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan (Musarif dkk, 2006). Untuk menghasilkan biogas, bahan organik yang dibutuhkan, ditampung dalam biodigester. Proses penguraian bahan organik terjadi secara anaerob (tanpa oksigen). Biogas terbentuk pada hari ke 4-5 sesudah biodigester terisi penuh dan mencapai puncak pada hari ke 20-25. Biogas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari 50-70% metana (CH₄), 30-40% karbondioksida (CO₂) dan gas lainnya dalam jumlah kecil (Fitria, 2009). Keberadaan bakteri di dalam usus besar ruminansia tersebut membantu proses fermentasi, sehingga proses pengolahan limbah secara anaerob dapat menghasilkan gas yang terdiri dari metana dan karbondioksida (CO₂). Keduanya dikenal dengan biogas (Jordening dan Winter, 2005) yaitu gas yang mudah terbakar dan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Secara garis besar proses pembentukan biogas dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

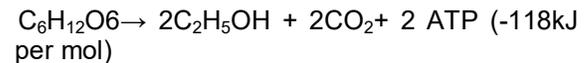
1. Tahap Hidrolisis (Hydrolysis)

Pada tahap ini, bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks; protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Contohnya polisakarida diubah menjadi monosakarida, sedangkan protein diubah menjadi peptide dan asam amino.

2. Tahap Asidifikasi (Acidogenesis dan Acetogenesis)

Pada tahap ini, bakteri (*Acetobacter aceti*) menghasilkan asam untuk mengubah senyawa rantai pendek hasil proses hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida. Bakteri tersebut merupakan bakteri anaerob yang dapat tumbuh dan berkembang dalam

keadaan asam. Bakteri memerlukan oksigen dan karbondioksida yang diperoleh dari oksigen yang terlarut untuk menghasilkan asam asetat. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentukan gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu bakteri tersebut juga mengubah senyawa berantai pendek menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, hidrogen sulfida, dan sedikit gas metana. Tahap ini termasuk reaksi eksotermis yang menghasilkan energi.



3. Tahap Pembentukan Gas Metana (Methanogenesis)

Pada tahap ini, bakteri *Methanobacterium omelianski* mengubah senyawa hasil proses asidifikasi menjadi metana dan CO₂ dalam kondisi anaerob. Proses pembentukan gas metana ini termasuk reaksi eksotermis.

Proses pembuatan biogas dengan menggunakan biodigester pada prinsipnya adalah menciptakan suatu sistem kedap udara dengan bagian-bagian pokok yang terdiri dari tangki pencernaan (digester tank), lubang input bahan baku, lubang output lumpur sisa hasil pencernaan (slurry) dan lubang penyaluran biogas yang terbentuk. Dalam digester terkandung bakteri metana (*Methanobacterium omelianski*) yang akan mengolah limbah organik menjadi biogas. Bakteri pembentuk biogas yang digunakan yaitu bakteri anaerob seperti *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanococcus* dan *Methanosarcina*.

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi langka oksigen (anaerob). Komponen biogas antara lain sebagai berikut: $\pm 60\%$ CH₄ (metana), $\pm 38\%$ CO₂ (karbondioksida) dan $\pm 2\%$ N₂, O₂, H₂, serta H₂S. Prinsip terjadinya biogas adalah fermentasi anaerob bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme sehingga menghasilkan gas yang mudah terbakar (Simamora dkk, 2005). Biogas memiliki berat 20% lebih ringan dibandingkan dengan udara dan memiliki nilai panas pembakaran antara 4800-6200 kkal/m³. Nilai ini sedikit lebih rendah dari nilai pembakaran gas metana murni yang mencapai 8900 kkal/m³ (Mara, 2012). Untuk mempercepat proses fermentasi seringkali ditambahkan EM4 (*Effective mikro-*

organisme 4) yang merupakan suatu cairan berwarna kecoklatan dan beraroma manis asam (segar) yang di dalamnya berisi campuran beberapa *mikroorganisme* hidup yang menguntungkan bagi proses penyerapan/ persediaan unsur hara dalam tanah. *Mikroorganisme* atau kuman yang berwatak "baik" itu terdiri dari bakteri.



Gambar 1. EM4 (*Efective mikroorganisme*)

Kampung Hawaii terletak di Distrik Sentani Tengah Kabupaten Jayapura. Masyarakat di Kampung Hawaii umum telah banyak usaha peternakan, dan salah satunya adalah usaha peternakan sapi. Dari peternakan sapi ini telah menghasilkan limbah organik segar (feces/kotoran sapi) setiap harinya. Menurut pengamatan yang telah dilakukan, Limbah ini belum dimanfaatkan untuk pupuk organik maupun untuk tujuan penyediaan energi alternatif yaitu berupa biogas dari kotoran sapi. Dengan demikian limbah ini akan secara tidak langsung akan mencemari lingkungan sekitarnya berupa sampah dan bau yang menyengat (kurang sedap).

Tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk memanfaatkan kotoran sapi segar sebagai sumber energi biogas dengan membuat alat penghasil biogas sederhana dengan peralatan yang murah.

METODE PELAKSANAAN

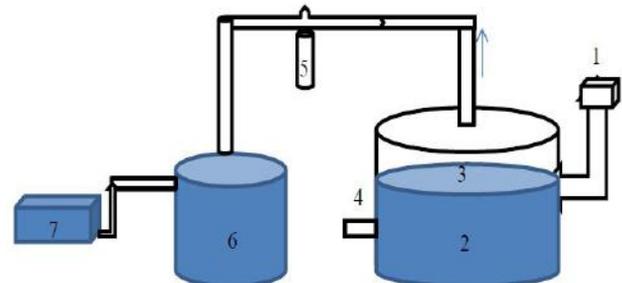
Dari pengamatan di lokasi kegiatan telah diperoleh data bahwa limbah segar dari kotoran sapi belum digunakan untuk tujuan yang bermanfaat misal limbah di konversi menjadi biogas dan sisanya digunakan sebagai pupuk organik. Oleh karena itu perlu pemahaman teknologi yang bertujuan untuk mengolah limbah dari kotoran sapi menjadi biogas dan pupuk organik. Pemahaman ini dilakukan melalui program penerapan IPTEKS

yang dilakukan dengan metode ceramah terutama terkait dengan limbah yang dihasilkan berupa limbah kotoran ternak misalnya sapi.

Alat : Gallon/tabung drum , pipa PVC paralon, Keran ukuran 1 inc, selang ukuran 1 inc, lem PVC, gergaji, penampung gas dari ban dalam mobil, pentil ban, wadah ember untuk mengaduk campuran kotoran ternak dengan air, Manometer U. Bahan : Kotoran sapi, starter EM4, air

Pembuatan Alat Penghasil Biogas Sederhana

Proses pembuatan biogas dilakukan dengan metode yang telah dilakukan oleh Simamora dkk (2005), Sulistiyanto dkk (2016). Pada prinsipnya adalah menciptakan suatu reaktor kedap udara dengan bagian-bagian pokok yang terdiri dari tangki pencernaan (digester tank), lubang input bahan baku, lubang output lumpur sisa hasil pencernaan (slurry) dan lubang penyaluran biogas yang terbentuk. Tangki penampung gas, Lubang yang dihubungkan dengan selang menuju kompor seperti terlihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. SKEMA alat penghasil biogas sederhana dari kotoran ternak

Keterangan :

1. Inlet (campuran kotoran sapi :air = 1:1 masuk ke digester)
2. Digester (tangki pencernaan)
3. gas metana yang terbentuk
4. Outlet (lubang pengeluaran lumpur sisa hasil pencernaan/slurry)
5. Kran kontrol aliran gas
6. Penampung gas
7. Kompor

Cara pengumpulan dan analisis data

Dari alat yang telah dibuat kemudian dilakukan uji coba. Dimulai dengan membuat campuran kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:1 dalam wadah (ember) selanjutnya campuran diaduk hingga merata, setelah merata dicam-

purkan lagi dengan starter EM4 (*Effective mikro-organisme 4*) untuk mempercepat reaksi fermentasi dan akan divariasi jumlah starter yang dimasukkan mulai dari 0%; 5%; 7,5%; 10%; dan 12,5% dari total volume campuran yang akan dimasukkan ke dalam digester. Volume campuran yang dimasukkan $\pm \frac{3}{4}$ bagian dari galon sebagai tangki digester. Selanjutnya dibiarkan lebih kurang selama 2 minggu. Pada hari ke 12 mulai diamati hingga hari ke 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum diperoleh gas yang diharapkan dengan alat sederhana maka dibuat rangkaian alat seperti pada gambar 3 berikut :



Gambar 3. RANGKAIAN alat penghasil sebelum dimasukkan campuran kotoran sapi, air dan EM4



Gambar 4. BAHAN dari kotoran sapi dengan air dengan perbandingan 1 : 1 serta ditambahkan EM4 dengan konsentrasi bervariasi mulai 5%, 7,5%, 10% dan 12%



Gambar 5. PERANGKAT peralatan sederhana untuk menghasilkan biogas disimpan/dibiarkan selama kurang lebih selama 16 hari setelah dimasukkan campuran kotoran sapi, air dan EM4.

Selanjutnya dilakukan pengamatan dan diperoleh hasil seperti terlihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1 : HASIL fermentasi kotoran sapi dalam digester pada selang waktu tertentu

% EM4	Lama fermentasi dalam digester (hari)				
	Ke-12	Ke-13	Ke-14	Ke-15	Ke-16
0	A	A	A	B	C
5	A	A	B	C	C
7,5	A	B	C	C	C
10	B	C	C	C	C
12,5	B	C	C	C	C

Keterangan :

A = Belum terbentuk gas

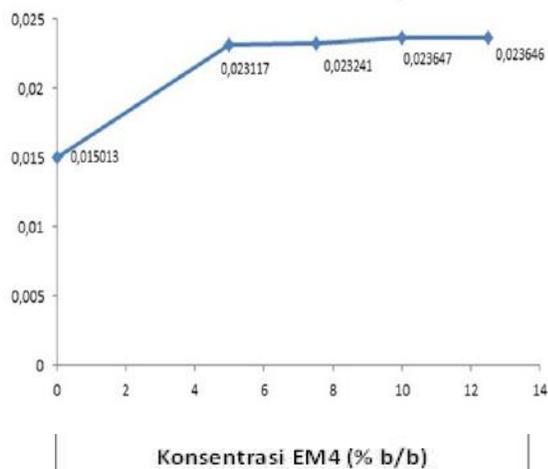
B = Mulai terbentuk gas

C = Telah terbentuk gas yang signifikan

Dari Tabel 1 di atas dapat terlihat, bahwa EM4 berpengaruh pada fermentasi di dalam digester untuk menghasilkan biogas. Pada penambahan EM4 sebanyak 5% pada hari ke-14 mulai terbentuk gas, hal ini dapat dilihat dari bentuk ban yang telah terjadi penggelembungan (terjadi kenaikan tekanan dan jumlah (massa) gas) dan hari ke-15 telah terjadi gas yang signifikan dari proses fermentasi yang terjadi dalam digester. Selanjutnya untuk penambahan EM4 sebanyak 7,5% terlihat terdapat kenaikan tekanan pada hari ke-13 dan pada hari ke-14 telah terjadi kenaikan tekanan gas yang signifikan. Untuk penambahan EM4 sebanyak 10%, terdapat kenaikan tekanan pada hari ke-12 dan selanjutnya pada hari ke-13 terjadi kenaikan tekanan yang cukup signifikan dan ini merupa-

kan tekanan tertinggi dari pada variasi yang telah dilakukan. Sedangkan untuk penambahan EM4 sebanyak 12,5% sama seperti pada penambahan 10% yaitu terjadi mulai kenaikan tekanan yang dan hari ke13 terjadi tekanan gas yang cukup signifikan pula. Hal ini sesuai pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Irawan dan Suwanto dengan memvariasi EM4 dengan jumlah 8, 9 dan 10% dan disimpulkan bahwa dari ketiga variasi tersebut pada penambahan EM4 10%g diperoleh tekanan dan jumlah (massa) gas yang paling banyak.

Gambar grafik 1 berikut adalah tekanan yang dihasilkan dengan penambahan EM4 pada selang waktu tertentu (hari yangke-15).



Gambar 6. GRAFIK hubungan konsentrasi EM4 terhadap tekanan gas

Dari Gambar 4 pada grafik dapat terlihat bahwa pada penambahan EM4 sebanyak 5% ; 7,5%; 10%; dan 12,5% pada hari ke-15 terbentuk gas dengan tekanan yang berbeda-beda tergantung dari konsentrasi starter EM4 yang ditambahkan. Dengan demikian ada pengaruh konsentrasi EM4 terhadap tekanan gas yang dihasilkan. Tekanan gas terbesar pada konsentrasi starter EM4 sebanyak 10%. Selanjutnya disarankan untuk dibuat perangkat penghasil biogas dengan perbandingan kotoran sapi air 1:1 kemudian jika diperlukan ditambahkan EM4 dengan konsentrasi 10%.

Dampak dari kegiatan

Alat penghasil biogas sederhana yang dihasilkan setelah melalui uji coba selanjutnya dilakukan penerapan dalam bentuk pelatihan kepada pengguna teknologi sederhana (Bapak Robert Palo dan rekan-rekannya). Alat yang telah dibuat diserahkan dan dijelaskan bagaimana cara menghasilkan biogas. Dimulai dari tanpa menggunakan starter EM4 dan juga dengan menggunakan EM4 dalam jumlah 10% saja. Diberi penjelasan bagaimana cara mengoperasikannya setelah terbentuk gas pada tempat penampung gasnya. Dampak dari kegiatan ini adalah kotoran ternak sapi yang dipekarangan maupun di kandang menjadi berkurang serta adanya motivasi untuk membuat alat penghasil biogas yang skala besar dengan menggunakan prinsip yang sama.

KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Biogas dapat dibuat dengan menggunakan alat yang sederhana dengan memperhatikan perbandingan campuran kotoran sapi dengan air yaitu 1:1.
2. Penambahan EM4 (*Effective Mikroorganisme*) mempengaruhi reaksi fermentasi dalam digester untuk memproduksi biogas.
3. Produksi biogas tertinggi diperoleh pada penambahan EM4 sebanyak 10% dengan tekanan yang dihasilkan tertinggi pula dan yang diperoleh cukup signifikan dimulai pada hari yang ke-12.
4. Peternak sapi di lokasi ini tertarik dengan kegiatan pengabdian ini dan akan terus menerapkan teknologi pembuatan biogas yang telah diinformasikan dan difahami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pelaksana kegiatan pengabdian ini mengucapkan terima kasih pada Ketua dan Staff LPPM Uncen yang telah memfasilitasi, menyediakan dana hingga terlaksananya kegiatan pengabdian ini. Juga tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada Pak Robert Palo sebagai peternak sapi di Kampung Hawaii Kabupaten Jayapura, yang telah menerima penulis untuk melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitria B, "Gas Bio", Proyek Laboraturium Protein Sel Tunggal Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, Lembaga Minyak Dan Gas Bumi (LEMIGAS), Cepu, 2009
- Irawan D , Suwanto E, *Pengaruh EM4 (Effective Microorganisme) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi*, **TURBO** Vol. 5 No. 1. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro, p-ISSN: 2301-6663, e-ISSN: 2477-250X, URL: <http://ojs.ummetro.ac.id/index.php/turbo>, 2016
- Jordening H J, Winter J, "Environmental Biotechnology: Concepts and Applications", Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim, 2005
- Mara I.M, *Analisis Penyerapan Gas Karbondioksida (CO₂) Dengan Larutan NaOH Terhadap Kualitas Biogas Kotoran Sapi*, Dinamika Teknik Mesin, Vol 2 No.1, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram, 2012
- Musanif J, Wildan A.A, David M.N, "Biogas Skala Rumah Tangga", Departemen Pertanian, Jakarta, 2006
- Simamora S, Salundik, Wahyuni S, Surajudin, "Membuat Biogas; Pengganti Bahan Bakar Minyak & Gas dari Kotoran Ternak", agromedia pustaka, Jakarta, 2005
- Sulistiyanto Y, Sustiyah, Zubaidah S, Satata, *Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas Rumah Tangga di Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah*, Jurnal Udayana Mengabdi, Vol 15, No.2, 2016
- Yunus M, "Teknik Membuat dan Memanfaatkan Uni Gas Bio", Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta, 1995