

BIOGAS SEBAGAI ENERGI YANG DIPERBAHARUI (*RENEWABLE ENERGY*) HASIL LIMBAH PERTANIAN, SOLUSI EFISIENSI BIAYA BAHAN BAKAR SKALA RUMAHTANGGA DI PERDESAAN

Roosganda Elizabeth

Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor

roosimanru@yahoo.com

ABSTRAK

Adalah kenyataan bahwa produksi bahan bakar minyak dunia telah mencapai titik puncaknya sementara kebutuhan energi di negara berkembang seperti: Cina, India dan Indonesia meningkat dengan pesat. Biogas merupakan sumber *renewable energy* yang efisien secara ekonomi dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar. Sebagai perbandingan, gas alam yang tidak diperhitungkan sebagai *renewal energy* gas alam berasal dari fosil yang pembentukannya memerlukan waktu jutaan tahun. Sedangkan biogas yang terbuat dari kotoran ternak sapi potong tidak memerlukan waktu yang cukup lama. Kebanyakan upaya yang ditempuh selain dapat menurunkan emisi gas metana dapat pula meningkatkan produktivitas ternak. Biogas sebagai bahan pengganti energi yang berasal dari fosil yang selama ini digunakan adalah bahan bakar minyak dan gas alam. Teknologi biogas merupakan pilihan yang tepat untuk mengubah limbah peternakan untuk menghasilkan energi dan pupuk sehingga diperoleh keuntungan ganda (*multi margin*) baik secara sosial ekonomi maupun dari segi kelestarian lingkungan. Masih perlu diinventarisasi dan diseleksi teknologi yang sesuai untuk dapat diterapkan terutama pada peternakan rakyat.

Kata kunci: *biogas, energy yang diperbaharui, efisiensi biaya bahan bakar rumah tangga, pupuk*

ABSTRACT

*The fact that the production of fuel oil the world has reached the breaking point while the energy needs in developing countries such as China, India and Indonesia increased rapidly. Biogas is a renewable energy source that is economically efficient in meeting the needs of fuel. By comparison, natural gas is not considered as a renewal of energy derived from fossil natural gas whose formation takes millions of years. While biogas made from cattle dung does not require a long time. Most of the efforts taken apart can reduce methane emissions may also increase the productivity of livestock. Biogas as a substitute energy derived from fossil fuels that have been used are fuel oil and natural gas. Biogas technology is the right choice to convert farm waste to produce energy and fertilizer in order to obtain a double advantage (*multi margin*) both socio-economically and in terms of environmental sustainability. Still need to be inventoried and selected the appropriate technology to be applied especially on farms.*

Keywords: *biogas, renewable energy, cost efficiency household fuels, fertilizers*

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak dan gas akhir-akhir ini menjadi topik yang santer dibahas di berbagai kesempatan dan di seluruh negara, karena sumbernya semakin berkurang kian terbatas, semakin meningkatnya kebutuhan dan lonjakan harga jualnya. Sebagai konsekuensinya adalah mencari sumber energi lain dan salah satu alternatifnya menjadi suatu keharusan yaitu memanfaatkan *renewable energy* (energi yang diperbaharui) dan digunakan untuk menggantikan bahan bakar minyak atau gas alam (*fossil fuels*) (Tuti 2006). Pada masa krisis energi minyak sekarang ini, di beberapa negara telah melakukan program pengembangan teknologi *renewable energy* guna menurunkan ketergantungan pada impor bahan bakar minyak.

Biogas merupakan sumber *renewable energy* yang mampu menyumbangkan andil dalam usaha memenuhi kebutuhan bahan bakar. Bahan baku sumber energi yang merupakan bahan *non-fossil*, umumnya adalah limbah atau kotoran ternak yang produksinya tergantung dari ketersediaan ternak dan pakan hijauan ternak (rumput). Rumput akan selalu tersedia, karena dapat tumbuh kembali setiap saat selama dipelihara dengan baik dan dapat tumbuh di berbagai lahan. Sebagai pembanding gas alam yang tidak diperhitungkan sebagai *renewal energy*, gas alam berasal dari fosil yang pembentukannya memerlukan waktu jutaan tahun, sedangkan biogas yang terbuat dari kotoran ternak sapi potong tidak memerlukan waktu yang terlalu lama.

Kenyataan bahwa produksi bahan bakar minyak dunia telah mencapai titik puncaknya. Ketersediaan dan daya dukung lahan pertanian yang dimiliki bagi pengembangan usaha ternak dan pertanian yang merupakan modal usaha yang potensial. Disamping untuk menyediakan hijauan pakan ternak baik rumput yang bermanfaat untuk pengembangan usaha ternak ruminansia, seperti: ternak sapi, kerbau domba dan kambing, berbagai limbah pertanian merupakan sumber utama biogas. Penelitian ini secara sosial ekonomi dan pelestarian lingkungan bertujuan untuk mengetahui besarnya potensi dan kegunaan kotoran ternak yang dijadikan kompos dan sumber biogas sebagai salah satu upaya untuk menanggulangi pengeluaran masyarakat dalam penggunaan minyak dan gas alam.

Pembangunan peternakan masa mendatang masih dihadapkan kepada masalah sumberdaya alam berupa pakan, karena meningkatnya tuntutan dan kebutuhan pembangunan ekonomi yang semakin kompleks. Tantangan yang sering dihadapi dalam pengembangan usaha ternak adalah kemampuan untuk memenuhi kebutuhan pangan melalui perbaikan produksi, kualitas ternak dan pakan hijauan. Penerapan

kebijakan pengembangan sosial ekonomi pertanian melalui pembinaan kepada petani yang daerahnya berpotensi untuk pengembangan ternak yang menghasilkan pupuk ternak, berpotensi sebagai suatu andalan mereka untuk menjadikannya biogas serta untuk mengurangi resiko ekonomi dalam pengeluaran pendapatan.

METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur Sederhana Pembuatan dan Penggunaan Unit Biogas

Bahan-Bahan yang diperlukan adalah minimal 3 buah cincin gorong-gorong, septik tank untuk tangki digester, dan sebuah drum oli yang besar yang dapat memuat kira-kira 200 liter bahan yang diperuntukkan sebagai gas methane (biogas). Bahan lainnya, berupa pipa logam dengan diameter 2 cm, untuk ujung pipa pengeluaran gas dan satu kran pengeluaran biogas. Selain itu dibutuhkan pula pipa karet atau paralon seperlunya yang berdiameter 2 cm, yang berguna sebagai pipa penyaluran gas dari tangki pencerna ke kompor untuk memasak, lampu gas dan lainnya. (Kamarudin, 2008)

Tempat terbaik dan teraman sangat penting untuk meletakkan unit produksi biogas adalah sekurang-kurangnya 10 meter dari rumah. Terpisah dari tempat memasak dan sumber air, sehingga limbah ikutannya tidak mencapai sumber air bersih dan tidak mencemari kehidupan keluarga dan tempat pengolahan pangan ketika memasukkan limbah tanaman dan kotoran ternak dan organik ke unit biogas. Namun, dianjurkan juga tidak menempatkan unit biogas terlalu jauh dari rumah, agar tidak mengeluarkan lebih banyak biaya karena membutuhkan pipa gas yang lebih panjang. Pipa gas harus dijaga dan dicegah jangan sampai bocor dan jika dipasang menyeberang jalan, hendaknya dibenam ke dalam tanah (Sasse. 1992, dan Junaedi, 2002).

Biogas diproduksi oleh bakteri dari bahan organik di dalam kondisi tanpa oksigen (anaerobic process). Proses ini berlangsung selama pengolahan atau fermentasi. Gas yang dihasilkan sebagian besar terdiri atas CH_4 dan CO_2 . Jika kandungan gas CH_4 lebih dari 50%, maka campuran gas ini mudah terbakar, kandungan gas CH_4 dalam biogas yang berasal dari kotoran ternak sapi kurang lebih 60%. Temperatur ideal proses fermentasi untuk pembentukan biogas berkisar $30^{\circ}C$. Untuk memperoleh suatu sistem unit produksi biogas yang benar-benar menguntungkan, disarankan untuk mengembangkan beberapa hal, seperti: (a). penanganan bahan dasar, manajemen proses, dan pemilihan jenis mikroorganisme yang ikut aktif dalam proses pembentukan biogas; (b) pemahaman mengenai variabel-

variabel yang mempengaruhi proses pembentukan biogas, komposisi gas, dan cara penanganan gasnya secara aman; (c) perlu disusun strategi pemasyarakatan sistem biogas, khususnya di daerah pedesaan.

Pembentukan Biogas Dari Limbah Ternak Dan Tanaman

Bahan-bahan organik berupa kotoran ternak dan limbah tanaman yang tersedia, setelah dicampur merata, selanjutnya diberi air dengan komposisi 1:1, aduk sampai terbentuk seperti pasta (adonan). Lakukan dengan baik, karena kiat ini akan mempercepat terbentuknya gas yang diinginkan. Kapur dapat ditambahkan untuk menetralkan pH. Membuat Bidang Pemicu Pembentukan Gas Sekitar dua bulan sebelum anda membuat unit biogas untuk pertama kalinya, diperlukan membuat biang pemicu pembentukan gas. 2 liter kotoran ternak (sapi, babi, ayam atau kuda) dan 2 liter air, campur dan aduk merata. Setelah tercampur baik seperti pasta, tuangkan campuran tersebut pada wadah tertentu, seperti ember, jergen, botol, tanpa penutup dan simpan ditempat terbuka.

Dusahakan supaya biang pembentukan gas ini tetap hangat, kocok tiap dua hari sekali selama dua bulan untuk wilayah berkelembaban rendah. Biang pembentukan gas ini, digunakan sebagai pemicu (starter), untuk mempercepat pembentukan gas pada unit biogas (Sukoharjo, 2007 dalam Kamaruddin 2008).

Pengisian Unit Produksi Biogas

Dengan unit biogas yang telah siap, isi limbah (kotoran ternak dan limbah tanaman), menggunakan gorong-gorong bersusun tiga. Ukur tinggi drum untuk menentukan batas ketinggian pasta/campuran bahan organik dan air. Selanjutnya masukkan campuran bahan organik dan air secara bertahap, aduk merata. Lakukan berulang kali sampai pada ketinggian yang dikehendaki. Masukkan biang pemicu pembentukan gas (starter) yang telah disiapkan sebelumnya. Sekarang, buka kran pipa gas pada drum gas untuk melewati udara, tekan drum kedalam campuran bahan organik tersebut, sehingga mencapai dasar tangki atau goronggorong pencerna. Drum harus ditekan sedemikian rupa sehingga tidak ada lagi ruang udara di dalamnya, dengan menekannya sampai ke dasar tangki digester. Kalau sudah yakin bahwa campuran bahan organik telah memenuhi seluruh ruang drum gas, maka kran pengeluaran gas ditutup rapat dan unit biogas mulai bekerja mengumpulkan gas yang terbentuk. Sebagai indikasi telah terbentuk gas dalam drum, apabila drum itu mulai terangkat ke atas melewati batas permukaan campuran pasta bahan organik.

Diperlukan waktu kira-kira 2 sampai 4 minggu (tergantung bahan baku dan kondisi lingkungan), untuk memulai pembentukan gas dari campuran bahan organik tersebut. Selama pembentukan gas sekitar 8 minggu, separuh dari gas tersebut terbentuk pada 2 sampai 4 minggu pertama dan separuh berikutnya pada minggu ke-4 sampai ke-8, serta berhenti sama sekali pada minggu ke-9. Setelah waktu itu, kosongkan unit biogas anda dan mulai lagi mengulangi pengisiannya sebagaimana langkah kerja terdahulu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi Biogas Anaerobik

Biogas merupakan bahan bakar yang tidak menghasilkan asap dan sebagai pengganti yang unggul untuk menggantikan bahan bakar minyak atau gas alam. Biogas dihasilkan oleh suatu proses yang disebut **pencernaan anaerob** yang merupakan gas campuran *metan (CH₄) karbon dioksida (CO₂)* dan sejumlah kecil *nitrogen ammonia sulfur dioksida hidrogen sulfide dan hydrogen*. Secara alami gas ini terbentuk pada limbah pembuangan air, tumpukan sampah, dasar danau atau rawa, kotoran manusia, kotoran ternak, serta bakteri dalam sistem pencernaan yang menghasilkan biogas untuk proses mencerna selulosa. Proses pencernaan anaerob merupakan dasar dan reaktor biogas yang diproses pemecahan bahan organik oleh aktivitas bakteri metanogenetik pada kondisi tanpa udara (Thalib, 2008).

Senyawa-senyawa tersebut secara alami berada pada limbah yang mengandung bahan organik, seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga. Proses anaerob dapat berlangsung di bawah kondisi lingkungan yang luas, meskipun juga pada kondisi yang terbatas, seperti yang dikemukakan pada Tabel 1.

Tabel. 1. Kondisi Pengoperasian Pada Proses Anaerobik

Parameter	Nilai
Temperatur	-
Mesofilik	35 ⁰ C
Temofilik	54 ⁰ C
pH	7-8
Alkalinitas	2500 mg/L minimum
Waktu retensi	10-30
Kaju terjenuhka	0,15-0,35 kg VS/m ³ /hari
Hasil biogas	4,5-11m ³ /kg VS
Kandungan metana	60-70%

Sumber : Engler, *et al* di perbaharui oleh Tuti 2006.

Kandungan metan dalam biogas yang dihasilkan tergantung jenis bahan baku yang dipakai sebagai contoh biogas dari limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternatif, seperti yang dikemukakan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi gas (%) Dalam Biogas dari Kotoran Ternak dan Limbah Pertanian

Jenis Gas	Kotoran Sapi	Campuran Kotoran Ternak dan Sisa Pertanian
Metana (CH ₄)	65,7	55-70
Karbondioksida (CO ₂)	27,0	27-45
Nitrogen (N ₂)	2,3	9,5-3,0
Karbonmonoksida	0,0	0,1
Oksigen (O ₂)	0,1	6,0
Propane (C ₂ H ₈)	0,7	-
Hydrogen Sulfida (H ₂ S)	Tidak terukur	Sedikit sekali
Nilai kalor (kkn 1/m ²)	6513	400-6700

Sumber: Harahap, *et al.*, 1978

Hijauan seperti jerami padi atau gergaji mengandung persentase karbon yang lebih tinggi dan bahan dapat dicampur untuk mendapatkan C/N yang diinginkan. C/N dan beberapa bahan-bahan yang di janjikan biogas dan yang umum dapat di gunakan sebagai bahan baku biogas dapat disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rasio Karbon Dan Nitrogen (C/N) dari Beberapa Bahan Serta Potensi Produksi Gas Dari Berbagai Jenis Kotoran.

Bahan baku	Rasio C/N	Jenis Kotoran	Produksi gas per kg (m ²)
Kotoran bebek	8		
Kotoran manusia	8	Manusia	0,020-0,028
Kotoran ayam	10		
Kotoran kambing	12		
Kotoran babi	18	Babi	0,040-0,059
Kotoran domba	19		
Kotoran sapi/kerbau	24	Sapi kerbau	0,023-0,040
Enceng gondok	25	Unggas	0,065-0,116
Kotoran gajah	43		
Batang jagung	60		
Jerami padi	70		
Jerami gandum	90		
Serbuk gergaji	Di atas dosis 200		

Sumber : Karki dan Dixit (1984), dimodifikasi Tuti (2006): *Updated Duidebook on Biogas Development*, 1984. dimodifikasi Tuti (2006)

Kotoran sapi mengandung 1,8-24% nitrogen 1,0-1,2% fosfor (P_2O_5), 0,6-0,8% potassium (K_2O), dan 50-70% bahan organik. Kandungan solid yang paling baik untuk proses anaerobik yaitu sekitar 8%. Untuk limbah kotoran sapi segar dibutuhkan perbandingan 1:1 dengan air. Teknologi anaerobik bila digunakan dalam sistem pencernaan yang matang tidak hanya mencegah polusi, tetapi juga menyediakan energi berkelanjutan, pupuk sludge dan recovery nutrient tanah. Pada proses tersebut, dapat merubah limbah dari suatu masalah menjadi suatu hasil yang menguntungkan.

Bila seekor sapi potong dewasa mampu menghasilkan/mengeluarkan sekitar 7-10 kg kotoran per hari dengan kisaran harga Rp. 300.000-Rp. 400.000 per ton (Ilham, N., *et al.*, 2011), maka secara sederhana dapat diperkirakan besarnya sumber bahan baku biogas dan pupuk yang diperoleh petani dan peternak dari limbah peternaknya selama berlangsungnya pengusahaan pemeliharaan ternak sapi tersebut. Diketahui juga besarnya pengeluaran untuk biaya sumber bahan bakar gas dan pupuk yang dapat diefisienkan oleh petani dan peternak dengan mensubstitusikannya dengan kotoran sapi peliharaan tersebut.

Potensi Pengembangan Biogas

Saat ini sebagai sumber bahan baku biogas tersedia secara melimpah dan belum banyak dimanfaatkan secara maksimal (Sasse, 1992). Pemanfaatan biogas di Indonesia sebagai energi alternatif sangat memungkinkan untuk diterapkan di masyarakat apalagi seiring makin mahalnya harga bahan bakar minyak dan kadang-kadang langka keberadaannya. Beberapa potensi limbah biomasa di seluruh Indonesia adalah 49.907, 43 MW. Biomasa seperti kayu, dari kegiatan industri pengolahan hutan pertanian dan perkebunan. (Tuti, 2008). Limbah kotoran hewan seperti, sapi, kuda, kerbau dan babi, juga dijumpai di seluruh wilayah Indonesia dengan kualitas yang berbeda-beda. Secara umum penggunaan limbah pertanian sebagai bahan dasar biogas lebih sulit dibandingkan kotoran ternak, karena lebih lama waktu yang dibutuhkan untuk proses hidrolis bahan selulosa dari limbah pertanian dan hama.

Manajemen Penanganan Limbah

Pengelolaan limbah dilakukan agar dampak negatifnya dapat diminimalisir dan dampak yang menguntungkan dapat dimaksimalkan dengan tetap memperhatikan keseimbangan antara sistem produksi dengan lingkungan hidup. Manajemen penanganan limbah adalah sangat penting, antara lain karena: (a) mencegah pencemaran di udara, tanah dan air, serta (b) mengeksploitasi limbah sebagai bahan baku yang dapat mendatangkan keuntungan. Kotoran ternak sapi, babi, ayam dan limbah organik sisa-

sisanya, adalah bahan yang baik untuk membuat biogas. Petani dapat menggunakan kotoran ternak saja, atau limbah tanaman saja, ataukah campuran keduanya. (Teguh *et al.* 2009)

Limbah organik seperti jerami harus dipotong-potong lebih dulu dan selanjutnya dicampur merata dengan kotoran ternak. Bagi seorang pemula, akan lebih baik hanya menggunakan kotoran ternak, atau bahan limbah tanamannya lebih sedikit. Setelah mahir dan paham tentang proses terbentuknya biogas, penggunaan limbah tanaman ditingkatkan. Perlu pula diingat, bahwa limbah tanaman yang digunakan, harus dipotong-potong, sedangkan limbah tanaman segar harus dikeringkan lebih dulu pada sinar matahari selama 10 hari atau lebih. Selanjutnya dimasukkan ke dalam unit biogas. Sisa dari hasil limbah biogas dapat di kembalikan ke lahan pertanian petani..

Analisis Ekonomi Penggunaan Biogas

Pada hakekatnya teknologi dapat membawa kesejahteraan, tetapi dapat pula membawa bencana apalagi tidak dikaji sejak awal tentang hal merugikan yang mungkin terjadi di masa yang datang, akibat dari teknologi yang tercipta saat ini. Beberapa petani dan pengusaha yang bergerak di bidang pertanian, saat ini merintis suatu usaha yang bersifat alami yaitu pertanian organik (Supriadi, 2009). Meski tidak 100% terlepas dari penggunaan pupuk anorganik, namun sudah menseimbangkan antara penggunaan bahan organik dan anorganik untuk tujuan kesehatan lingkungan pertumbuhan baik fisik maupun kimiawinya.

Tabel.4. Parameter dan Hasil Analisa Kelayakan Ekonomi

Parameter dan Hasil Analisa	Reaktor Biogas	Generator Listrik
1. Parameter		
- Biaya investasi, Rp	18 448 000	7500000
- Biaya operasional dan perawatan, Rp/tahun	2 767 200	1125000
- Pendapatan, Rp/tahun	7 051 800	6504300
- Keuntungan, Rp/tahun	4 284 600	5379300
- Umur ekonomi, tahun	20	5
- Produksi gas, m ³ /hari	6	-
- Produksi gas, m ³ /tahun	2190	12
- Suku Bunga , %/tahun	12	12
2. Hasil Analisa Kelayakan Ekonomi		
- Net Present Worth (NPW), Rp	13 555 578	11891173
- Net Present Cost (NPC), Rp	39117444	11555373
- Net Present Revenue (NPR), Rp	52673023	23446546
- B/C Ratio	1,35	2.03
- Simple Payback, tahun	4,3	1.4
- Internal Rate Return (IRR), %	23,70	43.39

Sumber : Teguh *et al.* 2009.

Penanganan limbah dengan sistem fermentasi anaerobik menggunakan reaktor biogas memiliki beberapa keuntungan antara lain adalah dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi bau yang tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, menghasilkan pupuk dan energi. Pemanfaatan limbah seperti ini secara ekonomi akan sangat kompetitif seiring naiknya harga bahan bakar minyak dan pupuk anorganik. Sasaran pengembangan teknologi biogas untuk menangani limbah agroindustri diharapkan dapat memberikan nilai tambah ekonomi dan perbaikan lingkungan hidup, seperti yang dikemukakan pada Tabel. 4.

Produksi dan Penampungan Biogas

Perlu diingatkan, jangan membakar gas yang pertama terbentuk, karena mengandung udara di dalamnya dan dapat meledak. Beberapa hari setelah drum penangkap biogas terangkat ke atas, dianjurkan membuka kran dan mengeluarkan seluruh gas yang terbentuk tersebut. Agar ditangani dengan hati-hati dan jangan ada api di sekitar unit produksi biogas. Untuk mengeluarkan gas yang telah terbentuk, tekan drum ke dalam campuran bahan organik dan air sampai ke dasar tangki digester, untuk mempercepat pengeluaran gas yang terbentuk dari unit biogas. Selanjutnya tutup kran dan unit biogas bekerja mengumpulkan gas kembali.

Apabila dikerjakan dengan hati-hati, maka tidak ada lagi udara dalam gas yang terbentuk kemudian dan aman untuk pembakaran. Tidak perlu mengeluarkan lagi gas yang terbentuk dan gas itu aman untuk digunakan memenuhi kebutuhan bahan bakar rumah-tangga. Cara terbaik dari penggunaan biogas yang telah ditampung dari unit produksi biogas adalah untuk memasak. Apabila unit produksi biogas bekerja dengan baik, akan mencukupi kebutuhan bahan bakar untuk memasak pangan rumah tangga setiap hari. Kompor yang digunakan mempunyai pengatur pembakaran, sehingga percampuran gas dan udara dalam komposisi yang tepat. Jika nyala gas berwarna kuning, menandakan pembakaran tidak sempurna dan tidak menghasilkan panas yang diperlukan.

Apabila perimbangan antara udara dan gas dalam jumlah yang tepat, maka biogas akan terbakar dengan baik, ditandai dengan nyala yang berwarna biru. Dengan mengatur perimbangan gas-udara, maka akan diperoleh nyala biru yang diinginkan. Jika nyala yang semula biru dan terbakar dengan baik, berubah menjadi kuning, mengartikan bahwa ruang pembakaran tersumbat dengan arang pembakaran atau ada air dalam slang dan perlu pembersihan dengan dicuci menggunakan air dan sabun.

Pemanfaatan Limbah Buangan Unit Biogas

Bila biogas yang terbentuk telah digunakan, maka akan tersisa limbah buangan berupa pupuk organik yang kaya unsur hara. Kelebihannya, pupuk ini tidak lagi mengundang parasit dan biji gulma yang dapat tumbuh, sehingga tidak ada unsur ikutan yang berbahaya di dalamnya. Bahan organik tersebut dapat digunakan sebagai pupuk sehingga menjadi produk agribisnis yang menguntungkan. Jika digunakan sendiri, jangan tempatkan pupuk tersebut hanya pada satu tempat, melainkan disebar tipis-tipis dan merata ke seluruh areal pertanaman yang pada akhirnya menyuburkan tanaman.

Untuk siklus selanjutnya, kosongkan limbah organik dan sisakan kira-kira 4 liter bahan organik tersebut untuk digunakan kembali sebagai biang/starter pembentukan gas berikutnya. Tangki digester dikuras sampai bersih, dan diperiksa kebocorannya. Kemudian isi kembali dengan kotoran ternak dan limbah organik yang baru, lalu campur air dengan perimbangan 1:1 dan tambahkan biang bahan pemicu pembentukan gas yang telah disiapkan. Setiap memulai memproduksi biogas, buanglah gas yang pertama terbentuk, dan jangan bakar karena dapat menimbulkan ledakan pada gas yang baru dinyalakan.

Teknologi Menurunkan Emisi Gas Metana

Teknologi untuk menurunkan gas metana pada komoditas peternakan telah banyak diteliti dan dikembangkan serta telah banyak pula yang mengadopsinya di berbagai penjuru dunia dan khususnya di masyarakat perkotaan maupun di perdesaan. Namun masih perlu diinventarisasi dan diseleksi untuk dapat dipilih teknologi yang sesuai untuk dapat diterapkan terutama pada peternakan rakyat. Kebanyakan upaya yang ditempuh selain dapat menurunkan emisi gas metana dapat pula meningkatkan produktivitas ternak. (Abdullah, *et al.*, 2008.)

Namun dalam kegiatan menurunkan emisi gas rumah kaca khususnya gas metana pada ternak rakyat, perlu dikembangkan aspek kelembagaan, karena sebagian besar peternak rakyat hanya memiliki sekitar 2 ekor/rumah tangga dan menggunakan pakan hijauan saja (Suharto, 2000). Kondisi tersebut sangat menyulitkan dalam mengaplikasikan pakan konsentrat yang rendah emisi. Maka untuk itu, perlu dikembangkan biogas menjadi pasar karbon yang dapat memberikan insentif kepada peternak kecil. Strategi penurunan emisi gas metana pada komoditas ternak dapat dilakukan terhadap pendekatan sumber energi gas metana yaitu gas *metana enteric* dan *manura* (kotoran).

Hasil Akhir dari Gas Metana

Kotoran ternak disimpan dalam kondisi anaerob pada temperatur lebih dari 15⁰C maka bakteri metanogenik akan memproduksi gas metana (Suryadi *et al.*, dokumentasi tidak di publikasi). Pengolahan kotoran ternak dengan teknik pemanfaatan energi metana dalam bentuk biogas, dapat menurunkan 70% emisi metana ke atmosfer. Disamping itu, hasil akhir berupa padatan dapat digunakan sebagai pupuk organik bagi berbagai jenis tanaman. Satu kg kotoran ternak melepaskan sekitar 208-268 liter gas metana ke atmosfer (dari kotoran ternak bervariasi tergantung rumen yang diberikan kepada ternak). Ternak yang mengkonsumsi ransum yang bergizi tinggi, dapat menghasilkan kotoran dengan kandungan metana yang rendah.

Kuantitas produksi biogas dari kotoran ternak ditentukan oleh kapasitas, jenis dan konstruksi reactor (digester). Secara umum digester yang digunakan tergolong 2 tipe yaitu *fixed dome* dan *floating dome*. Pada umumnya, kebanyakan yang digunakan oleh peternak di Pulau Jawa adalah tipe *fixed dome* (Abdullah *et al.*, 2008). Saat ini, pemanfaatan digester biogas oleh peternak juga terutama sebagai bahan bakar untuk memasak, serta ada yang dintegrasikan untuk pupuk organik, disamping itu juga ada untuk keperluan penerangan.

Menurut Tuti (2006), terdapat dua teknologi umum yang digunakan untuk memperoleh biogas. Pertama adalah proses yang sangat umum yaitu fermentasi kotoran ternak menggunakan digester yang didesain khusus dalam kondisi anaerob. Kedua adalah teknologi yang dikembangkan dengan menangkap (menampung) gas metan dari lokasi tumpukan pembangunan sampah tanpa harus membuat digester khusus. Beberapa keuntungan (nilai tambah) bilamana anaerobik lebih banyak digunakan antara lain:

1. *Keuntungan Pengolahan Digester*
 - a. Digester anaerobik merupakan proses pengolahan limbah yang alami;
 - b. Membutuhkan lahan yang lebih kecil dibandingkan dengan proses kompos aerobik ataupun penumpukan sampah;
 - c. Memperkecil volume atau berat limbah yang dibuang;
 - d. Memperkecil rembesan polutan.
2. *Keuntungan Energi*
 - a. Proses energi lebih bersih;
 - b. Memperoleh bahan bakar berkualitas tinggi dapat diperbaharui;

- c. Biogas dapat dimanfaatkan untuk berbagai penggunaan.
- 3. *Keuntungan Lingkungan*
 - a. Menurunkan emisi gas metan dan karbon dioksida secara signifikan;
 - b. Menghilangkan bau;
 - c. Memperkecil udara keluar dari sampah;
 - d. Menghasilkan kompos yang bersih dan pupuk yang kaya nutrisi;
 - e. Memaksimalkan proses daur ulang limbah yang sudah terbuang;
 - f. Menghilangkan bakteri coliform sampai 90% sehingga memperkecil kontaminasi sumber air yang sudah ada.
- 4. *Keuntungan Sosial dan Ekonomi*
 - a. Penggunaan kotoran ternak sebagai biogas sumber energi bahan bakar rumah tangga dan sebagai pupuk tanaman, tentu mengefisienkan pengeluaran rumah tangga petani dan peternak.
 - b. Lebih ekonomis dibandingkan dengan proses lainnya ditinjau dari siklus ulang proses pembuatan limbah pertanian, seperti yang dikemukakan pada Tabel 5.

Tabel 5. Biogas Limbah Pertanian Yang Menjadi Energi Alternatif

Hidrolisis	<u>Selulosa</u>	
	$(C_5H_{10})_n + nH_2O$ selulosa	$n(C_6H_{12}O_6)$ glukosa
Pengasaman	Glukosa	
	$(C_5H_{10})_n + nH_2O$ glukosa	$CH_3CHOHCOOH$ Asam laktat
		$CH_3CH_2COOH + CO_2 + H_2$ asam butirat
Metanogenik	<u>Asam lemak dan alkohol</u>	
	$4H_2 + CO_2$	$2H_2O + CH_4$
	$CH_3CH_2OH + CO_2$	$CH_3COOH + CH_4$
	$CH_3COOH + CO_2$	$CO_2 + CH_4$
	$CH_2CH_3CH_2COOH + 2H_2 + CO_2$	$CH_3 + COOH + CH$ Metan
	<u>Metana + CO_2</u>	

Sumber : Tuti, 2006.

Manfaat dan keuntungan utama sosial kelembagaan lainnya adalah terjalinnya sifat sosial dalam kebersamaan dan tenggang rasa antar masyarakat pengguna biogas metan tersebut, yang biasanya terdiri antar kelompok untuk satu sumur/sumber. Sifat kebersamaan, rasa saling memiliki dan saling berbagi, serta saling saling merawat agar sumber biogas kelompok tersebut tetap berfungsi dengan baik, menunjukkan berfungsinya aktivitas kelembagaan suatu kelompok masyarakat. Demikian halnya dalam pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk antara petani yang memiliki ternak maupun yang tidak/belum memiliki ternak dapat memperoleh pupuk kandang dari petani peternak di sekitarnya.

Selain itu, terjalinnya hubungan aktif antar kelembagaan di hulu (di perdesaan/produsen) hingga hilir (pengguna/konsumen), dimana kelompok petani dan peternak untuk saling bertukar informasi yang berkaitan dengan teknologi budidaya tanaman dan ternak. Di samping itu juga saling berbagi informasi pemasaran, serta berbagai informasi lainnya yang sangat dibutuhkan dalam pengembangan usaha tani dan ternak.

Pupuk Dari Sludge Hasil Ikutan Biogas: Solusi Alternatif Pencegahan Pencemaran Logam Berat Pada Tanah

Selain kandungan zat berbahaya yang umum terdapat dalam antibiotik dan desinfektan, pencemaran logam berat yang diprediksi sebagai dampak ikutan dalam aktivitas pemupukan anorganik patut dicermati sedini mungkin. Pencemaran tanah pertanian oleh logam berat produk pertanian pangan mengandung logam berat yang melebihi persyaratan menimbulkan resiko tinggi bagi kesehatan konsumen. Pencemaran logam berat terkait dengan pelaksanaan pengembangan pertanian intensif (di samping industrialisasi dan urbanisasi), sehingga lambat laun lahan pertanian terkontaminasi oleh logam berat dan polutan pengaplikasian (penetrasi) zat anorganik. Pemanfaatan limbah kotoran ternak menjadi sumber bahan baku biogas, diharapkan dapat menjadi salah satu solusi alternatif pencegahan pencemaran logam berat pada tanah pertanian.

Daru (2007) mengemukakan bahwa selain dihasilkan biogas, juga dihasilkan *sludge* dan *effluent*. Kemungkinan pemanfaatan bahan-bahan ini masih terbuka luas, dimana *sludge* dari sistem biogas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk (*bio fertilizer*). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa dalam *sludge* ini ditemukan vitamin B₁₂ yang cukup banyak, mencapai 3.000 mikro gram vitamin B₁₂ per kg *sludge* kering. Sebagai perbandingan, tepung ikan dalam ransum makanan ternak hanya mengandung 200

mikro gram per kg dan tepung tulang sekitar 100 mikro gram per kg. Kenyataan ini membuktikan terbukanya peluang untuk pemanfaatan sludge dalam sistem biogas menjadi makanan ternak. (Wibowo, *et al.* 1985; dalam: Daru 2007). Dengan demikian, pupuk dari sludge yang merupakan hasil ikutan biogas bermanfaat sebagai solusi alternatif pencegahan pencemaran logam berat pada tanah.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

- Beberapa kebijakan pengembangan subsektor peternakan sebagai kebijakan alternatif dalam pemanfaatan biogas sebagai sumber energi yang dapat di gunakan adalah dengan meningkatkan populasi sapi potong atau ternak ruminansia lainnya.
- Untuk mengoptimalkan limbah-limbah dari tanaman pangan, kotoran ternak serta manusia, dengan menggunakan emisi rendah, maka perlu dukungan teknologi penelitian untuk perbaikan kualitas antara lain perlakuan fisik, kimiawi, biologis dan suplementasi.
- Manfaat ganda yang dapat diperoleh dari pembuatan biogas tersebut, disamping murah dan mudah didapat, yaitu berupa: gas sebagai sumber energi, pupuk sebagai penyubur tanah, sludge sebagai makanan ternak, dan meningkatkan sanitasi lingkungan.
- Pupuk sebagai salah satu hasil sludge dari hasil ikutan biogas, merupakan solusi alternatif pencegahan pencemaran logam berat pada lahan pertanian.
- Teknologi biogas merupakan pilihan yang tepat untuk mengubah limbah pertanian dan peternakan untuk menghasilkan energi dan pupuk, sehingga diperoleh multi margin (keuntungan ganda) baik secara sosial ekonomi maupun dari segi kelestarian lingkungan.
- Penggunaan kotoran ternak sebagai biogas sumber energi bahan bakar rumah tangga dan sebagai pupuk tanaman, tentu mengefisienkan pengeluaran rumah tangga petani dan peternak.
- Keberhasilan kontruksi sumber daya alam yang dapat diperbaharui sangat berarti secara nasional di sektor pertanian serta dapat digunakan dan tidak mengakibatkan kerusakan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah.M.A. A. Thalib. Y.T.Anggraeni dan Mariyono. 2008. *Teknologi Peternakan Sapi Potong Berwawasan Lingkungan. Puslitbang Peternakan. Buletin Ilmu Peternakan Indonesia- Wartazoa* Vol. 10 No. 3. 2008, hal. 149-156.
- Ditjennak. 2007. *Statistik Peternakan 2007*. Direktorat Jenderal Peternakan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Harahap. F. M., Apandi dan S. Ginting. 1978. *Teknologi Gasbio*. Pusat Teknologi Pembangunan. Institut Teknologi Bandung.
- Ilham, N., E. Basuno, Wahyuning, K. S., Roosganda E., Frans B. D, Sri N. Y, Ashari. 2011. *Keragaan, Permasalahan dan Upaya Mendukung Akselerasi Program Swasembada Daging Sapi*. Laporan Penelitian (sedang dilaksanakan). PSE-KP. Bogor.
- Karki, A.B dan Dixit. 1984. *Biogas Fieldbook*. Sahayogi Press. Khatmandu. Nepal.
- Suharto. 2000. *Konsep Pertanian Terpadu (Integrated Farming System) Mewujudkan Keberhasilan dengan Kemandirian*. Bahan Pelatihan Revitaliasasi Keterpaduan Usaha Ternak dalam Sistem Usaha Tani, Bogor dan Solo 21 Pebruari 6 Maret 2000 EAAP Publ. Denmark. 102: 117-120.
- Thalib.A. 2008. *Isolasi dan Identifikasi bakteri asetogenetik dari rumen rusa potensinya sebagai inhibilor metanogenetis*. JITV. 12 (3): 197-206.
- Tuti H. 2006. *Biogas: Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Buletin Ilmu Peternakan Indonesia-Wartazoa Vol.10 No. 3. 2008, hal. 149-156.