

**PERANAN ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN DENGAN BIOGAS LIMBAH
PETERNAKAN SAPI DI WILAYAH KUPANG NTT**

Adrianus Amheka¹⁾ Dan Nonce Farida Tuati²⁾

¹⁾Dosen Politeknik Negeri Kupang Jurusan Teknik Mesin

²⁾Dosen Politeknik Negeri Kupang Jurusan Akuntansi

E-mail : adrianus.amheka@ gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini ingin membahas energi alternatif yang terkait dengan limbah peternakan sapi berupa kotoran sapi yang merupakan campuran feses dan urin ternak sapi serta sisa pakan karena yang sebelumnya kurang dipandang ada manfaatnya menjadi suatu yang bermanfaat dalam mengurangi ketergantungan pada penggunaan sumber energi fosil yang ada di Kupang NTT. Energi berupa biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai energi alternative. Peranan penggunaan sumber energi fosil oleh manusia telah mengakibatkan semakin banyaknya emisi gas efek rumah kaca ke lingkungan yang menyebabkan pemanasan global (*global warming*), pencemaran lingkungan serta berkurangnya cadangan sumber energi fosil tersebut. Hal ini mengakibatkan penuntutan pencarian sumber energi yang lebih ramah lingkungan (*renewable energy*). Salah satunya dengan pemanfaatan limbah yang ada di sekitar kita seperti limbah peternakan sapi yang ada di Kupang NTT, terdiri dari *feeses*, urine dan sisa pakan. Dengan sebuah perlakuan proses fermentasi (*anaerobik*) dalam sebuah digester terhadap limbah peternakan akan menghasilkan satu sumber energi yang ramah lingkungan yaitu biogas yang mengandung gas metan yang bagus untuk proses pembakaran karena menghasilkan api berwarna biru dan tidak berbau. Proses pembentukan gas metan ini terdiri dari proses hidrolisis, pengasaman dan metagonik. Proses *anaerobik* ini memerlukan kondisi C/N 20-25, temperatur 32– 35°C atau 50 -55°C, pH antara 6,8 – 8 serta air yang banyak. Lumpur sisa pengolahan limbah peternakan sapi tadi mampu menurunkan nilai COD dan BOD, total *solid*, *volatile solid*, nitrogen nitrat dan nitrogen organik, bakteri *coliform* dan patogen lainnya, telur insek, parasit, juga menghilangkan atau menurunkan bau.

Kata kunci : Energi Alternatif limbah sapi, Pemanasan Global

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Semakin majunya masalah energi tentunya tidak terlepas dari peradaban manusia akan menuntut semakin banyak aktifitas manusia yang akan dilakukan di muka bumi demi tujuan pemenuhan kebutuhan hidup. Hampir semua aktifitas tersebut menyebabkan pengakumulasian emisi 6 gas rumah kaca yang menjadi penyebab pemanasan global (*global warming*) yaitu karbondioksida, metan, nitrous oxide, sulfur heksa fluorida, HFC dan PFC seperti disimpulkan oleh kelompok peneliti di bawah naungan Badan Peserikatan Bangsa Bangsa (PBB), Panel Antarpemerintah Tentang Perubahan Iklim atau disebut *International Panel on Climate Change*

(IPCC). Salah satu penyumbang terbesar karbondioksida adalah pembakaran bahan bakar fosil (*fosil fuel*) seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam yang juga merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui.

Pemasanan global yang terjadi saat ini telah banyak membawa dampak negatif bagi kehidupan manusia seperti menyebabkan iklim tidak stabil, peningkatan suhu permukaan laut, suhu global akan cenderung meningkat, gangguan ekologis serta berdampak pada kehidupan sosial dan politik. karena hal tersebut, sangatlah penting adanya usaha-usaha untuk mengurangi emisi gas efek rumah kaca. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk menghambat pemanasan global yang telah diikrarkan dalam “Protokol Kyoto” tahun 1997

adalah mengurangi emisi gas efek rumah kaca. Bioenergi menjadi salah satu hal yang dapat dikembangkan sebagai sumber energi alternatif ramah lingkungan dengan tujuan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak yang mahal dan terbatas.

Bioenergi selain dapat dihasilkan dari tanaman yang memang sengaja dibudidayakan untuk produksi bioenergi juga dapat diusahakan dari pengolahan limbah yang dihasilkan dari aktifitas kehidupan manusia. Sehingga, diharapkan selain dapat mengurangi emisi gas efek rumah kaca juga mengurangi masalah lingkungan dan meningkatkan nilai dari limbah itu sendiri. Dan salah satu limbah yang dihasilkan dari aktifitas kehidupan manusia adalah limbah dari usaha peternakan sapi yang terdiri dari *feses*, urin, gas dan sisa makanan ternak.

Limbah peternakan khususnya ternak sapi merupakan bahan buangan dari usaha peternakan sapi yang selama ini juga menjadi salah satu sumber masalah dalam kehidupan manusia sebagai penyebab menurunnya mutu lingkungan melalui pencemaran lingkungan, mengganggu kesehatan manusia dan juga sebagai salah satu penyumbang emisi gas efek rumah kaca. Pada umumnya limbah peternakan hanya digunakan untuk pembuatan pupuk organik. Untuk itu sudah selayaknya perlu adanya usaha pengolahan limbah peternakan menjadi suatu produk yang bisa dimanfaatkan manusia dan bersifat ramah lingkungan.

Pengolahan limbah peternakan melalui proses anaerob atau fermentasi perlu digalakkan karena dapat menghasilkan biogas yang menjadi salah satu jenis bioenergi. Pengolahan limbah peternakan menjadi biogas ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak yang mahal dan terbatas, mengurangi pencemaran lingkungan dan menjadikan peluang usaha bagi peternak karena produknya terutama pupuk kandang banyak dibutuhkan masyarakat.

Tujuan penelitian ini ingin membahas energi alternatif yang terkait dengan limbah

peternakan sapi berupa kotoran sapi yang merupakan campuran feses dan urin ternak sapi serta sisa pakan karena yang sebelumnya kurang dipandang ada manfaatnya menjadi suatu yang bermanfaat dalam mengurangi ketergantungan pada penggunaan sumber energi fosil. Oleh karena itu energi ini berupa biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif

PEMBAHASAN BIOENERGI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF

Sumber daya energi mempunyai peran penting dalam semua aspek pembangunan ekonomi nasional. Energi diperlukan untuk pertumbuhan kegiatan industri, jasa, perhubungan dan rumah tangga. Dalam jangka panjang, peran energi akan lebih berkembang untuk mendukung pertumbuhan sektor industri dan kegiatan lain yang terkait. Meskipun Indonesia adalah salah satu negara penghasil batu bara, minyak bumi dan gas, namun dengan berkurangnya cadangan minyak dan penghapusan subsidi menyebabkan harga minyak naik dan kualitas lingkungan yang menurun akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan.

Akibat penggunaan bahan bakar fosil (*fuel fossil*) dalam jangka panjang ternyata telah memberikan implikasi negatif terhadap kehidupan di dunia. Hasil penelitian dari sekelompok peneliti di bawah naungan Badan Peserikatan Bangsa Bangsa (PBB), Panel Antarpemerintah Tentang Perubahan Iklim atau disebut *International Panel on Climate Change* (IPCC), menyebutkan penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam telah menyumbangkan cukup besar emisi gas efek rumah kaca yaitu karbon dioksida ke atmosfer bumi yang ikut andil dalam proses pemanasan global (*global warming*).

Pemanasan global memberikan dampak sangat negatif pada stabilitas kehidupan manusia antara lain menyebabkan iklim tidak stabil, peningkatan suhu permukaan laut, suhu global dunia akan cenderung meningkat,

gangguan ekologis serta berdampak pada kehidupan sosial dan politik.

Kondisi ini sangat memprihatinkan, ketergantungan terhadap sumber energi tidak dapat dihindarkan, dengan semakin majunya peradaban manusia maka kebutuhan akan sumber energi dalam setiap sektor kehidupan sangatlah besar. Ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap bahan bakar minyak sangatlah besar. Berdasarkan data ESDM (2006), minyak bumi mendominasi 52,5% pemakaian energi di Indonesia, gas bumi sebesar 19%, batu bara 21,5%, air 3,7%, panas bumi 3% dan energi terbarukan (*renewable*) hanya sekitar 0,2% dari total penggunaan energi oleh karena Kupang NTT merupakan peternak sapi yang perlu dikembangkan energi alternatif ini..

Dengan melihat implikasi negatif dari penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan dan keterbatasan persediaan telah mendorong kepada pencarian sumber energi alternatif yang diharapkan juga ramah lingkungan dan bersifat dapat diperbaharui (*renewable*). Padahal menurut data ESDM (2006), cadangan minyak bumi Indonesia hanya sekitar 9 miliar barel per tahun dan produksi Indonesia hanya sekitar 900 juta barel per tahun. Jika terus dikonsumsi dan tidak ditemukan cadangan minyak baru atau tidak ditemukan teknologi baru untuk meningkatkan *recovery* minyak bumi, diperkirakan cadangan minyak bumi Indonesia habis dalam waktu dua puluh tiga tahun mendatang

Tabel 1. Ketersediaan energi fosil

Energi Fosil	Minyak Bumi	Gas	Batu Bara
Sumber daya	86,9 miliar barel	384,7 TSCF	57 miliar ton
Cadangan (<i>proven+posibble</i>)	9 miliar barel	182 TSCF	19,3 miliar ton
Produksi per tahun	500 juta barel	3,0 TSCF	130 juta ton
Ketersediaan (tanpa eksplorasi)			
Cadangan /Produksi (Tahun)	23	62	146

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, (2006)

Semakin melambungnya harga Bahan Bakar Minyak (BBM) akibat tingginya harga BBM di pasar dunia sangat memberatkan masyarakat terutama bagi masyarakat yang berada di daerah terpencil yang merupakan kantong-kantong masyarakat miskin karena harga BBM di lokasi ini bisa naik 2 – 8 kali lipat lebih tinggi dari harga di perkotaan. Belum lagi masalah BBM selesai, masalah listrik mencuat pula. Pemadaman listrik bergiliran menjadi konsumsi masyarakat di beberapa daerah. Perusahaan Listrik Negara (PLN) dihadapkan kepada masalah kesulitan membeli batu bara sebagai bahan bakar penggerak pembangkit listrik yang dimiliki oleh PLN. Kelangkaan batu bara untuk usaha listrik ini terjadi karena

produksi batu bara Indonesia yang melimpah sebagian besar (75%) justru diekspor ke luar negeri.

Permasalahan kehidupan masyarakat dan bumi tidak hanya pada kelangkaan bahan bakar fosil saja. Ternyata penggunaan bahan bakar fosil yang terus menerus dan jumlah besar memberikan implikasi negatif bagi masalah pencemaran lingkungan dan menyumbang terjadinya pemanasan global yang berdampak negatif kepada kehidupan makhluk hidup di bumi. Sudah saatnya Indonesia mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak dengan mengembangkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan (*renewable*). Oleh

karena itu, Kupang NTT perlu mengkaji secara mendalam tenaga alternatif dari limbah kotoran sapi ini. Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang dimaksud adalah bioenergi. Menurut Hambali, (2007) bahwa ada beberapa jenis energi yang bias dijadikan pengganti bahan bakar fosil seperti tenaga baterai (*fuel cells*), panas bumi (*geo-thermal*), tenaga laut (*ocean power*), tenaga matahari (*solar power*), tenaga angin (*wind power*), nuklir dan bioenergi, dan di antara jenis energi alternatif tersebut, bioenergi cocok untuk mengatasi masalah energi karena beberapa kelebihanannya. Bioenergi selain bisa diperbaharui bersifat ramah lingkungan, dapat terurai, mampu mengeliminasi efek rumah kaca dan kontinuitas bahan baku cukup terjamin. Bahan baku bioenergi dapat diperoleh dengan cara sederhana yaitu melalui budidaya tanaman penghasil *biofuel* dan memanfaatkan limbah yang ada di sekitar kehidupan manusia (Setiawan, 2008).

Bioenergi yang dikenal sekarang ada dua bentuk yaitu tradisional dan modern. Bioenergi tradisional yang sering ditemui yaitu kayu bakar, sedangkan bioenergi modern diantaranya adalah bioetanol, biodiesel, PPO atau SVO dan biogas. Bioenergi diturunkan dari biomassa yaitu material yang dihasilkan oleh makhluk hidup (tanaman, hewan dan *mikroorganisme*). Indonesia memiliki banyak sumber daya alam hayati yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioenergi. Pengembangan bioenergi sebagai sumber energi alternatif sangat cocok diaplikasikan karena didukung dengan oleh ketersediaan lahan yang mencukupi untuk membudidayakan tanaman dan ternak penghasil biofuel.

Indonesia memiliki sumber daya lahan yang sangat luas untuk pengembangan berbagai komoditas pertanian. Luas daratan Indonesia mencapai 188,20 juta ha, yang terdiri atas 148 juta ha lahan kering dan 40,20 juta ha lahan basah, dengan jenis tanah, iklim, fisiografi, bahan induk (volkan yang subur), dan elevasi yang beragam. Kondisi ini memungkinkan

untuk pengusahaan berbagai jenis tanaman, termasuk komoditas penghasil bioenergi (Mulyani, 2008). Dan beberapa bahan baku bioenergi adalah kelapa sawit, sagu, kelapa, ubi kayu, jarak pagar, tebu, jagung dan limbah peternakan (Hambali, 2007).

BIOGAS DARI LIMBAH PETERNAKAN SAPI

Limbah peternakan seperti *feses*, urin beserta sisa pakan ternak sapi merupakan salah satu sumber bahan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas. Namun di sisi lain perkembangan atau pertumbuhan industri peternakan menimbulkan masalah bagi lingkungan seperti menumpuknya limbah peternakan termasuknya didalamnya limbah peternakan sapi. Limbah ini menjadi polutan karena dekomposisi kotoran ternak berupa BOD dan COD (*Biological/Chemical Oxygen Demand*), bakteri patogen sehingga menyebabkan polusi air (terkontaminasinya air bawah tanah, air permukaan), polusi udara dengan debu dan bau yang ditimbulkannya.

Biogas merupakan *renewable energy* yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam (Houdkova et.al., 2008). Biogas juga sebagai salah satu jenis bioenergi yang didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam dan daun-daun hasil sortiran sayur difermentasi atau mengalami proses metanisasi (Hambali E., 2008).

Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobik digestion (Pambudi, 2008). Biogas yang terbentuk dapat dijadikan bahan bakar karena mengandung gas metan (CH_4) dalam persentase yang cukup tinggi. Komponen biogas tersajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen penyusun biogas

Jenis Gas	Persentase
-----------	------------

Metan (CH ₄)	50-70%
Karbondioksida (CO ₂)	30-40%
Air (H ₂ O)	0,3%
Hidrogen sulfide (H ₂ S)	Sedikit sekali
Nitrogen (N ₂)	1- 2%
Hidrogen	5-10%

Sumber : Wahyuni (2008)

Sebagai pembangkit tenaga listrik, energi yang dihasilkan oleh biogas setara dengan 60 – 100 watt lampu selama 6 jam penerangan.

Kesetaraan biogas dibandingkan dengan bahan bakar lain dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai kesetaraan biogas dan energi yang dihasilkan

Aplikasi	1m ³ Biogas setara dengan
1 m ³ biogas	Elpiji 0,46 kg
	Minyak tanah 0,62 liter
	Minyak solar 0,52 liter
	Kayu bakar 3,50 kg

Sumber : Wahyuni, (2008)

Biogas sebagai salah satu sumber energi yang dapat diperbaharui dapat menjawab kebutuhan akan energi sekaligus menyediakan kebutuhan hara tanah dari pupuk cair dan padat yang merupakan hasil sampingannya serta mengurangi efek rumah kaca. Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif dapat mengurangi penggunaan kayu bakar. Dengan demikian dapat mengurangi usaha penebangan hutan, sehingga ekosistem hutan terjaga. Biogas menghasilkan api biru yang bersih dan tidak menghasilkan asap.

Energi biogas sangat potensial untuk dikembangkan karena produksi biogas peternakan ditunjang oleh kondisi yang kondusif dari perkembangan dunia peternakan sapi di Indonesia saat ini. Disamping itu, kenaikan tarif listrik, kenaikan harga LPG (Liquefied Petroleum Gas), premium, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar telah mendorong pengembangan sumber energi elternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan. (Nurhasanah, 2006).

Peningkatan kebutuhan susu dan pencanangan swasembada daging tahun 2010 di Indonesia

telah merubah pola pengembangan agribisnis peternakan dari skala kecil menjadi skala menengah/besar. Di beberapa daerah telah berkembang koperasi susu, peternakan sapi pedaging melalui kemitraan dengan perkebunan kelapa sawit dan sebagainya. Kondisi ini mendukung ketersediaan bahan baku biogas secara kontinyu dalam jumlah yang cukup untuk memproduksi biogas.

Pemanfaatan limbah peternakan khususnya kotoran ternak sapi menjadi biogas mendukung konsep *zero waste* sehingga sistem pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dapat dicapai.

Menurut Santi (2006), beberapa keuntungan penggunaan kotoran ternak sebagai penghasil biogas sebagai berikut :

- 1) Mengurangi pencemaran lingkungan terhadap air dan tanah, pencemaran udara (bau).
- 2) Memanfaatkan limbah ternak tersebut sebagai bahan bakar biogas yang dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk keperluan rumah tangga.
- 3) Mengurangi biaya pengeluaran peternak untuk kebutuhan energi bagi kegiatan rumah tangga yang berarti dapat meningkatkan kesejahteraan peternak.
- 4)

Melaksanakan pengkajian terhadap kemungkinan dimanfaatkannya biogas untuk menjadi energi listrik untuk diterapkan di lokasi yang masih belum memiliki akses listrik.5) Melaksanakan pengkajian terhadap kemungkinan dimanfaatkannya kegiatan ini sebagai usulan untuk mekanisme pembangunan bersih (*Clean Development Mechanism*).

PENGOLAHAN LIMBAH PETERNAKAN SAPI MENJADI BIOGAS

Pengolahan limbah peternakan sapi menjadi biogas pada prinsipnya menggunakan metode dan peralatan yang sama dengan pengolahan biogas dari biomassa yang lain. Adapun alat penghasil biogas secara anaerobik pertama dibangun pada tahun 1900. Pada akhir abad ke-19, riset untuk menjadikan gas metan sebagai biogas dilakukan oleh Jerman dan Perancis pada masa antara dua Perang Dunia. Selama Perang Dunia II, banyak petani di Inggris dan Benua Eropa yang membuat alat penghasil biogas kecil yang digunakan untuk menggerakkan traktor. Akibat kemudahan dalam memperoleh BBM dan harganya yang murah pada tahun 1950-an, proses pemakaian biogas ini mulai ditinggalkan. Tetapi, di negara-negara berkembang kebutuhan akan sumber energi yang murah dan selalu tersedia selalu ada. Oleh karena itu, di India kegiatan produksi biogas terus dilakukan semenjak abad ke-19. Saat ini, negara berkembang lainnya, seperti China, Filipina, Korea, Taiwan, dan Papua Nugini telah melakukan berbagai riset dan pengembangan alat penghasil biogas. Selain di negara berkembang, teknologi biogas juga telah dikembangkan di negara maju seperti Jerman.

Pada prinsipnya teknologi biogas adalah teknologi yang memanfaatkan proses fermentasi (pembusukan) dari sampah organik secara anaerobik (tanpa udara) oleh bakteri metan sehingga dihasilkan gas metan (Nandiyanto, 2007). Menurut Haryati (2006), proses pencernaan anaerobik merupakan dasar dari reaktor biogas yaitu proses pemecahan bahanorganik oleh aktivitas bakteri metanogenik dan bakteri asidogenik pada

kondisi tanpa udara, bakteri ini secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik, seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga. Gas metan adalah gas yang mengandung satu atom C dan 4 atom H yang memiliki sifat mudah terbakar. Gas metan yang dihasilkan kemudian dapat dibakar sehingga dihasilkan energi panas. Bahan organik yang bisa digunakan sebagai bahan baku industri ini adalah sampah organik, limbah yang sebagian besar terdiri dari kotoran dan potongan-potongan kecil sisa-sisa tanaman, seperti jerami dan sebagainya serta air yang cukup banyak.

Proses fermentasi memerlukan kondisi tertentu seperti rasio C : N, temperatur, keasaman juga jenis digester yang dipergunakan. Kondisi optimum yaitu pada temperatur sekitar 32 – 35°C atau 50 – 55°C dan pH antara 6,8 – 8 . Pada kondisi ini proses pencernaan mengubah bahan organik dengan adanya air menjadi energi gas. Jika dilihat dari segi pengolahan limbah, proses anaerobik juga memberikan beberapa keuntungan lain yaitu menurunkan nilai COD dan BOD, total solid, volatile solid, nitrogen nitrat dan nitrogen organik, bakteri coliform dan patogen lainnya, telur insek, parasit, dan bau.

Proses pencernaan anaerobik, yang merupakan dasar dari reaktor biogas yaitu proses pemecahan bahan organik oleh aktifitas bakteri metanogenik dan bakteri asidogenik pada kondisi tanpa udara. Bakteri ini secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik, seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga.

Menurut Haryati (2006), pembentukan biogas meliputi tiga tahap proses yaitu: 1)Hidrolisis, pada tahap ini terjadi penguraian bahan-bahan organik mudah larut dan pemecahan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana dengan bantuan air (perubahan struktur bentuk polimer menjadi bentuk monomer).2) Pengasaman, pada tahap pengasaman komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi

bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari perombakan gula-gula sederhana tadi yaitu asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol, dan sedikit butir, gas karbondioksida, hidrogen dan ammonia.3) Metanogenik, pada tahap metanogenik terjadi proses pembentukan gas metan. Bakteri pereduksi sulfat juga terdapat dalam proses ini yang akan mereduksi sulfat dan komponen sulfur lainnya menjadi hydrogen sulfida.

Jika dilihat analisa dampak lingkungan terhadap lumpur keluaran (*slurry*) dari *digester* menunjukkan penurunan COD sebesar 90% dari kondisi bahan awal dan perbandingan BOD/COD sebesar 0,37 lebih kecil dari kondisi normal limbah cair BOD/COD = 0,5. Sedangkan unsur utama N (1,82%), P (0,73%) dan K (0,41%) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan pupuk kompos (referensi: N (1,45%), P (1,10%) dan K (1,10%) (Widodo dkk., 2006). Berdasarkan hasil penelitian, hasil samping pupuk ini mengandung lebih sedikit bakteri patogen sehingga aman untuk pemupukan sayuran/buah, terutama untuk konsumsi segar (Widodo dkk., 2006). Saat ini berbagai jenis bahan dan ukuran peralatan biogas telah dikembangkan sehingga dapat disesuaikan dengan karakteristik wilayah, jenis, jumlah dan pengelolaan kotoran ternak. Peralatan dan proses pengolahan dan pemanfaatan biogas ditampilkan pada gambar berikut. *Digester* dapat dibuat dari bahan plastik Polyetil Propilene (PP), fiber glass atau semen, sedangkan ukuran bervariasi mulai dari 4 – 35 m³. Biogas dengan ukuran terkecil dapat dioperasikan dengan kotoran ternak 3 ekor sapi.

Cara Pengoperasian Unit Pengolahan (*Digester*) Biogas seperti terjabar dalam Seri Bioenergi Pedesaan Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian Departemen Pertanian tahun 2009 sebagai berikut :Buat campuran kotoran ternak dan air dengan perbandingan 1 : 2 (bahan biogas), Masukkan bahan biogas ke dalam *digester* melalui lubang pengisian (*inlet*) hingga bahan

yang dimasukkan ke *digester* ada sedikit yang keluar melalui lubang pengeluaran (*outlet*), selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam *digester*, Setelah kurang lebih 8 hari biogas yang terbentuk di dalam *digester* sudah cukup banyak. Pada sistem pengolahan biogas yang menggunakan bahan plastik, penampung biogas akan terlihat mengembung dan mengeras karena adanya biogas yang dihasilkan. Biogas sudah dapat digunakan sebagai bahan bakar, kompor biogas dapat dioperasikan, Pengisian bahan biogas selanjutnya dapat dilakukan setiap hari, yaitu sebanyak kira-kira 10% dari volume *digester*. Sisa pengolahan bahan biogas berupa *sludge* secara otomatis akan keluar dari lubang pengeluaran (*outlet*) setiap kali dilakukan pengisian bahan biogas. Sisa hasil pengolahan bahan biogas tersebut dapat digunakan sebagai pupuk kandang/pupuk organik, baik dalam keadaan basah maupun kering.

Biogas yang dihasilkan dapat ditampung dalam penampung plastik atau digunakan langsung pada kompor untuk memasak, menggerakkan generator listrik, patromas biogas, penghangat ruang/kotak penetasan telur dan lain sebagainya. Untuk memanfaatkan kotoran ternak sapi menjadi biogas, diperlukan beberapa syarat yang terkait dengan aspek teknis, infrastruktur, manajemen dan sumber daya manusia. Bila faktor tersebut dapat dipenuhi, maka pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas sebagai penyediaan energi di pedesaan dapat berjalan dengan optimal.

Menurut Sulaeman (2008), terdapat sepuluh faktor yang dapat mempengaruhi optimasi pemanfaatan kotoran ternak sapi menjadi biogas yaitu:1)**Ketersediaan ternak**, Jenis jumlah dan sebaran ternak di suatu daerah dapat menjadi potensi bagi pengembangan biogas. Hal ini karena biogas dijalankan dengan memanfaatkan kotoran ternak. Kotoran ternak yang dapat diproses menjadi biogas berasal dari ternak ruminansia dan non ruminansia seperti sapi potong, sapi perah dan babi; serta unggas. Jenis ternak mempengaruhi jumlah kotoran yang dihasilkannya. Untuk

menjalankan biogas skala individual atau rumah tangga diperlukan kotoran ternak dari 3 ekor sapi, atau 7 ekor babi, atau 400 ekor ayam.2) **Kepemilikan Ternak**, Jumlah ternak yang dimiliki oleh peternak menjadi dasar pemilihan jenis dan kapasitas biogas yang dapat digunakan. Saat ini biogas kapasitas rumah tangga terkecil dapat dijalankan dengan kotoran ternak yang berasal dari 3 ekor sapi atau 7 ekor babi atau 400 ekor ayam. Bila ternak yang dimiliki lebih dari jumlah tersebut, maka dapat dipilih biogas dengan kapasitas yang lebih besar (berbahan fiber atau semen) atau beberapa biogas skala rumah tangga.3) **Pola Pemeliharaan Ternak**, Ketersediaan kotoran ternak perlu dijaga agar biogas dapat berfungsi optimal. Kotoran ternak lebih mudah didapatkan bila ternak dipelihara dengan cara dikandangkan dibandingkan dengan cara digembalakan.4) **Ketersediaan Lahan**, Untuk membangun biogas diperlukan lahan disekitar kandang yang luasannya bergantung pada jenis dan kapasitas biogas. Lahan yang dibutuhkan untuk membangun biogas skala terkecil (skala rumah tangga) adalah 14 m² (7m x 2m). Sedangkan skala komunal terkecil membutuhkan lahan sebesar 40m² (8m x 5m).5) **Tenaga Kerja**, Untuk mengoperasikan biogas diperlukan tenaga kerja yang berasal dari peternak/pengelola itu sendiri. Hal ini penting mengingat biogas dapat berfungsi optimal bila pengisian kotoran ke dalam reaktor dilakukan dengan baik serta dilakukan perawatan peralatannya. Banyak kasus mengenai tidak beroperasinya atau tidak optimalnya biogas disebabkan karena: *pertama*, tidak adanya tenaga kerja yang menangani unit tersebut; *kedua*, peternak/pengelola tidak memiliki waktu untuk melakukan pengisian kotoran karena memiliki pekerjaan lain selain memelihara ternak,6) **Manajemen Limbah/Kotoran**, Manajemen limbah/kotoran terkait dengan penentuan komposisi padat cair kotoran ternak yang sesuai untuk menghasilkan biogas, frekuensi pemasukan kotoran, dan pengangkutan atau pengaliran kotoran ternak ke dalam reaktor.

Bahan baku (*raw material*) reaktor biogas adalah kotoran ternak yang komposisi padat cairnya sesuai yaitu 1 berbanding 2. Pada peternakan sapi perah komposisi padat cair kotoran ternak biasanya telah sesuai, namun pada peternakan sapi potong perlu penambahan air agar komposisinya menjadi sesuai. Frekuensi pemasukan kotoran dilakukan secara berkala setiap hari atau setiap 2 hari sekali tergantung dari jumlah kotoran yang tersedia dan sarana penunjang yang dimiliki. Pemasukan kotoran ini dapat dilakukan secara manual dengan cara diangkut atau melalui saluran,7) **Kebutuhan Energi**, Pengelolaan kotoran ternak melalui proses reaktor an-aerobik akan menghasilkan gas yang dapat digunakan sebagai energi. Dengan demikian, kebutuhan peternak akan energi dari sumber biogas harus menjadi salah satu faktor yang utama. Hal ini mengingat, bila energi lain berupa listrik, minyak tanah atau kayu bakar mudah, murah dan tersedia dengan cukup di lingkungan peternak, maka energi yang bersumber dari biogas tidak menarik untuk dimanfaatkan. Bila energi dari sumber lain tersedia, peternak dapat diarahkan untuk mengolah kotoran ternaknya menjadi kompos atau kompos cacing (*kascing*),8) **Jarak (kandang-reaktor biogas-rumah)** Energi yang dihasilkan dari reaktor biogas dapat dimanfaatkan untuk memasak, menyalakan petromak, menjalankan generator listrik, mesin penghangat telur/ungas dll. Selain itu air panas yang dihasilkan dapat digunakan untuk proses sanitasi sapi perah. Pemanfaatan energi ini dapat optimal bila jarak antara kandang ternak, reaktor biogas dan rumah peternak tidak terlalu jauh dan masih memungkinkan dijangkau instalasi penyaluran biogas. Karena secara umum pemanfaatan energi biogas dilakukan di rumah peternak baik untuk memasak dan keperluan lainnya,9) **Pengelolaan Hasil Samping Biogas**, Pengelolaan hasil samping biogas ditujukan untuk memanfaatkannya menjadi pupuk cair atau pupuk padat (kompos). Pengolahannya relatif sederhana yaitu untuk pupuk cair dilakukan fermentasi dengan penambahan

bioaktivator agar unsur haranya dapat lebih baik, sedangkan untuk membuat pupuk kompos hasil samping biogas perlu dikurangi kandungan airnya dengan cara diendapkan, disaring atau dijemur. Pupuk yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sendiri atau dijual kepada kelompok tani setempat dan menjadi sumber tambahan pendapatan bagi peternak,10) **Sarana Pendukung**, Sarana pendukung dalam pemanfaatan biogas terdiri dari saluran air/drainase, air dan peralatan kerja. Sarana ini dapat mempermudah operasional dan perawatan instalasi biogas. Saluran air dapat digunakan untuk mengalirkan kotoran ternak dari kandang ke reaktor biogas sehingga kotoran tidak perlu diangkat secara manual. Air digunakan untuk membersihkan kandang ternak dan juga digunakan untuk membuat komposisi padat cair kotoran ternak yang sesuai. Sedangkan peralatan kerja digunakan untuk mempermudah dan meringankan pekerjaan dan perawatan instalasi yang diperlukan untuk kepentingan energy alternative tersebut.

POTENSI PENGEMBANGAN BIOGAS DARI LIMBAH PETERNAKAN SAPI

Pada umumnya peternak sapi di Indonesia mempunyai rata-rata 2 – 5 ekor sapi dengan lokasi yang tersebar tidak berkelompok. Sehingga penanganan limbahnya baik itu limbah padat, cair maupun gas seperti feses dan urin maupun sisa pakan dibuang ke lingkungan sehingga menyebabkan pencemaran. Pengolahan limbah secara sederhana hanya dengan pemanfaatannya sebagai pupuk organik. (Deptan, 2006)

Diketahui sapi dengan bobot 450 kg menghasilkan limbah berupa feses dan urin lebih kurang 25 kg per hari (Deptan, 2006). Dan apabila tidak dilakukan penanganan secara baik maka akan menimbulkan masalah pencemaran lingkungan udara, tanah dan air serta penyebaran penyakit menular. Sehingga sangat diperlukan usaha untuk mengurangi dampak negatif dari kegiatan peternakan sapi salah satunya dengan melakukan penanganan yang baik terhadap limbah yang dihasilkan melalui biogas.

Hasil biogas dari rata 3 – 5 ekor sapi tersebut setara dengan 1-2 liter minyak tanah/hari (Deptan, 2006). Dengan demikian keluarga peternak yang sebelumnya menggunakan minyak tanah untuk memasak bisa menghemat penggunaan minyak tanah 1-2 liter/hari. Pemanfaatan biogas di Indonesia sebagai energi alternatif sangat memungkinkan untuk diterapkan di masyarakat, apalagi sekarang ini harga bahan bakar minyak yang makin mahal dan kadang-kadang langka keberadaannya. Besarnya potensi Limbah biomassa padat di seluruh Indonesia seperti kayu dari kegiatan industri pengolahan hutan, pertanian dan perkebunan; limbah kotoran hewan, misalnya kotoran sapi, kerbau, kuda, dan babi juga dijumpai di seluruh provinsi Indonesia dengan kualitas yang berbeda-beda.

Teknologi biogas adalah suatu teknologi yang dapat digunakan dimana saja selama tersedia limbah yang akan diolah dan cukup air. Di negara maju perkembangan teknologi biogas sejalan dengan perkembangan teknologi lainnya. Untuk kondisi di Indonesia, teknologi biogas dapat dibangun dengan kepemilikan kolektif dan dipelihara secara bersama. Seperti yang dicanangkan oleh Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia Direktorat Jenderal Peternakan Departemen Pertanian Republik Indonesia melalui program Pengembangan Biogas Ternak bersama Masyarakat (BATAMAS) yang dimulai pada tahun 2006.

Beberapa alasan mengapa biogas belum populer penggunaannya di kalangan peternak atau walaupun sudah ada banyak yang tidak lagi beroperasi, yaitu kurang sosialisasi, teknologi yang diterapkan kurang praktis dan perlu pemeliharaan yang seksama dan kurangnya pengetahuan para petani tentang pemeliharaan digester. Teknologi biogas dapat dikembangkan dengan input teknologi yang sederhana dengan bahan-bahan yang tersedia di pasaran lokal. Energi biogas juga dapat diperoleh dari air buangan rumah tangga; kotoran cair dari peternakan ayam, babi; sampah organik dari pasar, industri makanan dan sebagainya.

Disamping itu, usaha lain yang dapat bersinergi dengan kegiatan ini adalah peternakan cacing untuk pakan ikan/unggas, industri tahu/tempe dapat menghasilkan ampas tahu yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan sapi dan limbah cairnya sebagai bahan input produksi biogas. Industri kecil pendukung juga dapat berkembang, seperti industri bata merah, industri kompor gas, industri lampu penerangan, pemanas air dan sebagainya. Sehingga pengembangan teknologi biogas secara langsung maupun tidak langsung diharapkan dapat menciptakan lapangan kerja baru di pedesaan.

Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi pada industri kecil berbasis pengolahan hasil pertanian dapat memberikan *multiple effect* dan dapat menjadi penggerak dinamika pembangunan pedesaan. Selain itu, dapat juga dipergunakan untuk meningkatkan nilai tambah dengan cara pemberian *green labelling* pada produk-produk olahan yang di proses dengan menggunakan *green energy* (Widodo, 2006).

KESIMPULAN

(1).Pemanasan global (*global warming*) telah menjadi masalah yang sangat mengancam bagi kehidupan manusia di muka bumi yang salah satunya disebabkan emisi gas efek rumah kaca akibat pemakaian bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam yang juga merupakan sumber daya yang terbatas. Oleh karena itu, telah menyebabkan tuntutan ke pencarian sumber energi yang lebih ramah lingkungan dan bersifat dapat diperbaharui (*renewable energi*) sesuai dengan kesepakatan dalam Protokol Kyoto tentang pengurangan emisi gas efek rumah kaca.

(2).Biogas yang berasal dari limbah usaha peternakan sapi berupa kotoran ternak sapi beserta sisa pakan dapat dijadikan salah satu jenis sumber energi alternatif (bioenergi) untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mengurangi resiko pencemaran lingkungan. Dan memberikan hasil sampingan berupa pupuk cair dan padat.

(3).Di Indonesia dalam arti luas dan Kupang NTT dalam sekali kecil prospek teknologi

biogas cukup baik sejalan dengan program pemerintah tentang peningkatan kebutuhan susu dan swasembada daging tahun 2010, yang cukup memungkinkan penyediaan bahan baku biogas.

DAFTAR PUSTAKA

1.Departemen Pertanian. 2009. *Pemanfaatan Limbah dan Kotoran Ternak Menjadi Energi Biogas*. Seri Bioenergi Pedesaan. Direktorat Jenderal Hasil Pertanian Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Jakarta.

2.Departemen Pertanian. 2007. *Biogas untuk Generator Listrik Skala Rumah Tangga*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Vol. 29 No. 2. Balai Besar Mekanisasi Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Jakarta.

3.Departemen Pertanian. 2006. Pengembangan Biogas Ternak Bersama Masyarakat (BATAMAS). Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia, Jakarta.

4.Departemen Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi “Pokok-pokok Pikiran dan Permasalahan Pemanfaatan Biofuel”. 2006. Seminar Nasional Biofuel “Implementasi Biofuel sebagai Energi Alternatif”.

5.Hambali, E., S. Mujdalipah., A.H. Tambunan., A.W. Pattiri dan R. Hendroko. 2007. *Teknologi Bioenergi*. PT Agromedia Pustaka, Jakarta.

6.Haryati, T., 2006. *Biogas : Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Jurnal Wartazoa 6(3) : 160 – 169.

7.Houdkova L., J. Boran., J. Pecek and P. Sumpela. 2008. *Biogas-A Renewable Source of Energy*. Journal of Thermal Science 12(4) : 27 -33.

8.Mulyani, A. dan I. Las. 2008. *Potensi Sumber Daya Lahan dan Optimalisasi Pengembangan Komoditas Penghasil Bioenergi di Indonesia*. Jurnal Litbang Pertanian 27 (1) : 31 – 41.

9.Nurhasanah, A., T.W. Widodo., A. Asari dan E. Rahmarestia. 2006. *Perkembangan Digester Biogas* di

- Indonesia. <http://www.mekanisasi.litbang.go.id>. (10 Agustus 2009).
- 10.Pambudi, N.A.2008. *Pemanfaatan Biogas sebagai Energi Alternatif*. [http:// www.dikti.org/?q=node /99](http://www.dikti.org/?q=node/99) (08 September 2009).
- 11.Ridwan. 2006. *Kotoran Ternak sebagai Pupuk dan Sumber Energi*. Diterbitkan pada Harian Independen Singgalang. Rabu, 1 Februari 2006.
- 12.Sulaeman, D. 2008. *Sepuluh Faktor Sukses Pemanfaatan Biogas Kotoran Ternak*. [http://www. agribisnis .deptan.go.id/layanan.inf](http://www.agribisnis.deptan.go.id/layanan.inf). (10 Agustus 2009).
- 13.Wahyuni, S. 2008. *Biogas*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta
- 14.Widodo, T.W., A. Nurhasanah., A. Asari dan A. Unadi. 2006. *Pemanfaatan Energi Biogas untuk Mendukung Agribisnis di Pedesaan*. <http://www.mekanisasi.litbang.go.id> (10 Agustus 2009).
- 15.Setiawan, A.I. 2008. *Memanfaatkan Kotoran Ternak Solusi Masalah Lingkungan dan Pemanfaatan Energi Alternatif*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.