

REFLEKSI SOSIAL DARI MITIGASI EMISI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR PETERNAKAN DI INDONESIA

TATI HERAWATI

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002

(Makalah masuk 9 Januari 2012 – Disetujui 13 Februari 2012)

ABSTRAK

Peningkatan emisi gas rumah kaca menyebabkan pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim. Sumbangan peternakan dalam pelepasan gas rumah kaca mempunyai implikasi sosial dan ekonomi yang ditanggung bukan hanya oleh peternak tapi juga ke masyarakat sekitar. Berbagai teknologi mitigasi sebetulnya telah tersedia baik melalui pemilihan jenis pakan yang rendah emisi maupun pemberian suplemen, penambahan bahan kimia ataupun cara mekanik dalam proses pembuatan pakan yang dapat menurunkan produksi metana. Kesadaran peternak dalam pemanfaatan potensi sumberdaya di sekitar usaha peternakannya dapat membantu mitigasi gas rumah kaca dan mendapatkan keuntungan ekonomi dalam bentuk pemanfaatan biogas dan pupuk organik. Pendapatan yang diperoleh dari instalasi biogas Rp. 600.000/bulan bila dikonversikan dengan harga dan nilai kalori LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dan B/C rasio 1,35. Berarti secara ekonomi investasi tersebut layak. Kondisi saat ini menggambarkan perlu adanya sosialisasi yang lebih luas kepada masyarakat peternak tentang kaitan peternakan dengan pemanasan global dan perubahan iklim, agar dapat menanggulangnya sekaligus memanfaatkan potensi sumberdaya lokal yang ada secara sosial maupun ekonomi.

Kata kunci: Sosial, ekonomi, pemanasan global, gas rumah kaca

ABSTRACT

SOCIAL REFLECTIONS OF GREENHOUSE GASS EMISSION MITIGATIONS IN LIVESTOCK SECTOR IN INDONESIA

Greenhouse gas affect on the global warming and climate change has been realized recently. The livestock contribution on the emission of greenhouse gases to the atmosphere has the social and economic impact not only to the livestock holder but also to the surrounding society. Various mitigation technology actually have available both through the selection type feed low emissions as well as awarding supplemen, the addition of chemicals or mechanical means in the process of manufacture of fodder that can decrease methane production. The awareness of livestock raiser at small scale level to utilize available resources locally, would help mitigation activity and received economically beneficial returns in the forms of biogas and organic fertilizer. Revenues generated from the installation of biogas Rp. 600.000/month when converted to LPG price and value in calories (Liquefied Petroleum Gas) and B/C ratio of 1.35. Means that investments are economically viable. The present condition indicates that wider socialization to farmers on the relationship between livestock and the global warming and climate change. The need in order to grab social and economic benefit from utilizing local resources.

Key words: Social, economic, global warming, greenhouse gas

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global merupakan salah satu tantangan bagi manusia sebagai penghuni bumi. Manusia dapat memberikan pengaruh negatif atau positif terhadap kelestarian alam, tergantung pada aktivitasnya. Hal ini setara dengan pernyataan ADHI (2010) bahwa meningkatnya gas rumah kaca disebabkan oleh kegiatan manusia dalam memproduksi gas rumah kaca (GRK) lebih besar dari kemampuan lingkungan dalam memperbaiki dirinya. Secara alami, GRK dapat didaur ulang oleh lingkungan sehingga jumlahnya seimbang. Oleh adanya kegiatan manusia,

GRK yang dihasilkan melebihi kemampuan lingkungan untuk mendaur ulang sehingga GRK terkumpul di atmosfer. Peningkatan emisi gas CO₂, CH₄ dan N₂O di atmosfer menyebabkan berbagai masalah antara lain terjadinya perubahan sifat iklim yang berdampak pada perubahan cuaca.

Tahun 2006, Perserikatan Bangsa-Bangsa mengeluarkan laporan berjudul *Livestock's Long Shadow* yang disusul pada tahun 2008 dengan judul *Kick the Habit*. Pada kedua laporan masing-masing setebal 400-an dan 200-an halaman tersebut dikatakan bahwa industri peternakan menyumbang 18% GRK berupa karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), dan

dinitro oksida (N_2O), jauh lebih besar dari sumbangan gas rumah kaca (karbondioksida) dari seluruh moda transportasi di dunia yang 'hanya' 13,5%. Selain itu, perubahan tanah yang berhubungan dengan peternakan menambah 2,4 triliun ton CO_2 ke udara setiap tahun. Sementara itu, penggunaan lahan dunia sangat tidak proporsional yaitu 15 juta km^2 lahan pertanian untuk pangan sedangkan 30 juta km^2 lahan untuk penggembalaan ternak (FAO, 2011).

Emisi dari CO_2 yang merupakan penyumbang gas rumah kaca terbesar di atmosfer, kurang lebih 55% dari emisi global. Gas ini dapat berada di atmosfer selama 50 hingga 200 tahun. Artinya kondisi emisi hari ini akan berdampak panjang pada iklim berabad-abad lamanya. Produksi ternak berkontribusi 12% emisi GRK dalam bentuk CH_4 , N_2O dan CO_2 . Ternak monogastrik menyumbangkan dalam bentuk N_2O dan CO_2 , sedangkan ternak ruminansia dalam bentuk CH_4 (MARYONO, 2010). Tanpa mitigasi signifikan untuk mengurangi emisi, maka pada tahun 2100 di daerah yang terkena dampak kekeringan akan terjadi dua kali lipat (SANDERSON *et al.*, 2006). Lebih jauh dikatakan bahwa pada tahun 2100, sekitar setengah dari permukaan tanah di planet ini akan kekeringan. Beberapa negara kurang berkembang mungkin akan sangat terpengaruh, yaitu kondisinya memburuk antara lain di Afrika, Amerika Selatan dan sebagian Asia Tenggara.

Reduksi emisi gas selalu ada pada setiap kegiatan ekonomi, terutama pada kegiatan yang menyangkut hal energi dan angkutan (transportasi). Untuk itu, suatu negara perlu melakukan beberapa langkah kegiatan berupa:

- Mendesain teknologi yang dapat mereduksi metana.
- Menata ulang model energi dan sektor angkutan.
- Promosi penggunaan sumber-sumber energi baru.
- Menghilangkan aspek finansial dan pasar untuk memenuhi konvensi Kyoto.
- Mengurangi emisi metana melalui manajemen limbah dan energi, antara lain seperti pembuatan kompos dan biogas.
- Melindungi hutan dan lahan lain yang mengandung karbon, misalnya lahan gambut.

Dampak lingkungan dan sosial dengan adanya mitigasi terhadap emisi GRK antara lain dapat berupa peningkatan higienis lingkungan, substitusi pupuk buatan, reduksi deforestasi hutan dan reklamasi tanah. Disamping itu, reduksi CO_2 , CH_4 and N_2O dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi biogas, dan akan berdampak terhadap reduksi limbah organik yang menyebabkan pengaruh negatif pada lingkungan jika dibuang tanpa pengaturan pengendalian.

Sosial karbon adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui dampak sosial pada suatu kawasan dimana diterapkan berbagai perlakuan untuk mengurangi emisi GRK. Dampaknya untuk melihat

tingkat kesadaran suatu komunitas akan adanya emisi gas.

Aspek ekonomis dari adanya pengelolaan emisi GRK sekaligus kegiatan mitigasi antara lain dapat bersifat positif. Hal ini meliputi adanya keuntungan dari pengurangan biaya pembuangan limbah, peningkatan produksi pertanian, adanya substitusi impor *fossil fuel* dan pupuk buatan. Dalam pemilihan kegiatan, diharapkan terjadi sinergi manfaat dari pengembangan aspek ekonomi, kohesi sosial dan peningkatan kualitas lingkungan.

Kegiatan-kegiatan lain yang bertujuan untuk mengurangi emisi gas di luar kegiatan diatas antara lain penanganan barang sisa/residu peternakan dan air limbah secara efektif. Diharapkan hal ini tidak mencemari pengairan/lingkungan yang akan mengakibatkan suatu lingkungan bersih/sehat, dan para pekerja dan penduduk/penghuni di sekitar akan mendapat manfaat secara langsung serta pemisahan sampah organik dan non organik. Dengan cara ini akan mengurangi deposit limbah pada tanah sebesar 85 – 90%, sehingga emisi yang mengakibatkan adanya bau, lalat, dan cairan dari deposit limbah dan potensi metana secara drastis akan berkurang atau dihilangkan sama sekali. Keuntungan dari berbagai adanya kegiatan ini berupa reduksi emisi, lapangan pekerjaan baru, ramah lingkungan, biaya rendah manajemen limbah serta yang lebih penting lagi adalah hampir 10 kali lipat kehidupan yang lebih sehat. Begitu pula menurut ZHANG *et al.* (2010) maupun SUPRANATA (2010) bahwa kegiatan manusia harus diarahkan ke energi yang bersih, lingkungan lebih baik dan peningkatan pendapatan di pedesaan. Menyadari hal ini, di berbagai kota di dunia mulai digerakkan berbagai upaya penanggulangan adanya emisi gas. Salah satu kota tersebut adalah Bogor.

Pada tahun 2005 kota Bogor bergabung sebagai anggota *International Councils for Local Environmental Initiatives* (ICLEI) yang mempunyai konsekuensi untuk mendukung dan melakukan upaya pengurangan GRK. Kota Bogor sangat peduli terhadap masalah lingkungan. Sebagai konsekuensi anggota ICLEI, kota Bogor sudah membuat resolusi dan perjanjian untuk melakukan kegiatan yang dapat mengurangi emisi gas berupa tujuh butir kegiatan yang semuanya dari sektor transportasi. Bahkan kegiatan promosi konservasi energi dan pemanfaatan bahan bakar alternatif masih diarahkan pada sektor transportasi dengan menggunakan alternatif bahan bakar gas (BBG) sebagai pengganti bahan bakar minyak (BBM). Untuk itu, perlu disosialisasikan kepada walikota Bogor tentang peran penting peternak dalam upaya reduksi emisi dengan memasukkannya sebagai bagian dari tambahan tujuh upaya tadi. Hal ini sudah dilakukan di Balikpapan berupa pengembangan biogas dan introduksi alat mesin untuk menangkap gas metana. Tercatat produksi gas

metana di tempat penimbunan sampah sekitar 31.803.427 m³ per tahun, yang akan menghasilkan produksi listrik dari penangkapan gas metana tersebut sebanyak 2.780.000 kWh listrik per hari. Jika dipakai untuk masyarakat umum dengan kapasitas 450 watt setiap rumah, maka produksi listrik tersebut dapat memenuhi kebutuhan 705 rumah pertahun. Di Jakarta salah satu percontohan rumah pengomposan dari sampah terdapat di kompleks Kementerian Pertanian, Ragunan.

Berikut ini diketengahkan kondisi peternakan di Indonesia dan aplikasi berbagai kegiatan mitigasi GRK dari subsektor peternakan dilihat dari aspek sosial, sekaligus prospek ekonomi dari model-model usaha mitigasi tersebut.

SISTEM USAHA TERNAK RAKYAT DAN SUMBANGANNYA PADA EMISI GRK

Salah satu aspek yang mempengaruhi besar kecilnya emisi gas adalah budidaya ternak, antara lain mencakup tatalaksana perkandangan, pemberian pakan, sanitasi dan pemanfaatan kotoran. Disajikan pengumpulan data yang telah dilakukan di Jawa Barat (Cikole, Lembang, Pengalengan, Ciampea, Cisarua, Bogor, Ciracas dan Cakung), Jawa Tengah (Semarang, Boyolali, dan Magelang), dan Jawa Timur (Batu, Pujon, Pasuruan dan Malang) sebagai lokasi model pembuatan biogas.

Perkandangan

Pada umumnya peternak memelihara ternak sapi perah dengan cara dikandangan yang letaknya tidak jauh dari rumah. Ukuran kandang ada yang sesuai dengan standar kebutuhan ruang ternak, tetapi ada juga yang kurang, dengan model kandang *floor*. Dengan mengandangan ternak, kotoran bisa terkumpul di satu tempat, sehingga memudahkan untuk mengelolanya. Sebaliknya jika digembalakan, maka kotoran akan terpecah dan sulit untuk mengelolanya. Sistem ini yang menambah tingginya emisi gas metana, sesuai dengan pernyataan MC CRABB *et al* (2007), bahwa produksi metana dari ternak ruminansia umumnya lebih tinggi pada sistem pemeliharaan ekstensif dibandingkan dengan yang dikandangan dan pemberian pakan yang lebih berkualitas.

Pemeliharaan ternak potong umumnya digembalakan. Bagi peternak yang telah mengandangan ternaknya, perlengkapan kandang merupakan hal yang harus diperhatikan. Tiga hal yang merupakan peralatan dasar yang harus dimiliki, yaitu tempat pakan yang terpisah, air dan alat pembersih kandang berupa serokan/linggis untuk mendorong

kotoran keluar kandang. Umumnya para peternak sudah memiliki perlengkapan ini. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa peternak sudah menyadari akan perlunya kandang, namun variasi kesesuaian perkandangan dengan persyaratan dipengaruhi oleh tingkat permodalan yang dimiliki.

Nilai sanitasi ternak, kandang maupun lingkungan kandang di tingkat peternak termasuk kategori sedang. Di perusahaan sebagian dapat dinilai baik. Walaupun demikian, ada beberapa hal yang masih perlu dikaji. Pemanfaatan cairan pembersihan kandang ke kebun, disatu pihak menguntungkan, karena urin atau sebagian kotoran berfungsi sebagai pupuk. Namun apakah kebun tersebut sudah dapat mengubah semua kotoran dan cairannya menjadi bahan yang diperlukan tanaman atau masih tersisa metana, memerlukan pengkajian lebih lanjut. Sistem perkandangan dan pengelolaan kandangnya berupa distribusi cairan dari kandang menentukan baik tidaknya kegiatan mitigasi melalui aktivitas tersebut. Selain itu juga perlu diterapkan peraturan Menteri Pertanian mengenai kawasan peternakan yang baik (DEPTAN, 2009).

Jenis pakan ternak

Jenis pakan yang diberikan berpengaruh pada gas metana yang diproduksi. Umumnya, ternak diberi rumput alam, limbah pertanian tanaman pangan atau limbah industri. Walaupun demikian, di beberapa tempat mengalami permasalahan ketersediaan pakan hijauan, terutama untuk kawasan peternakan rakyat. Di Bogor, penggunaan rumput sebagai sumber hijauan pakan sudah digantikan dengan penggunaan limbah pasar dan limbah pertanian. Limbah pasar dikumpulkan sendiri oleh peternak. Limbah pasar yang digunakan antara lain daun kol, kulit jagung dan sisa limbah pasar lainnya. Pakan konsentrat diberikan terutama untuk sapi-sapi perah yang sedang berproduksi dan sapi dara, sedangkan untuk sapi kering kadang-kadang tidak diberikan pakan konsentrat.

Di Pengalengan, peternak tidak memberikan pakan tambahan (suplemen). Kekurangan pakan hijauan pada musim kemarau menyebabkan peternak di Pengalengan menggunakan batang pisang, daun kol atau daun jagung sebagai pengganti rumput (HERAWATI *et al.*, 2010).

Usaha peternak kecil untuk memenuhi keperluan pakan ternak umumnya dengan cara mencari yang ada di sekitarnya. Tidak banyak yang berusaha memenuhinya dengan menanam hijauan pakan ternak karena keterbatasan lahan yang dimiliki, kecuali peternak di Lembang. Pemanfaatan limbah pasar merupakan salah satu bentuk aktivitas yang dapat dikategorikan sebagai mitigasi gas karbon yang dihasilkan sampah tersebut.

Pengelolaan limbah/kotoran ternak

Pada umumnya, peternak telah memanfaatkan kotoran ternak sebagai pupuk kandang, untuk digunakan sendiri di lahan tanaman pangan maupun untuk dijual. Beberapa peternak kecil, tidak menjual kotoran tersebut, namun cukup diberikan cuma-cuma bagi yang memerlukannya yang umumnya petani di daerahnya sendiri. Walaupun demikian masih ada juga peternak yang tidak memanfaatkan sendiri maupun tidak menjualnya. Kelompok peternak ini menumpulkan kotoran ternaknya di sembarang tempat di sekitarnya atau membuangnya ke sungai. Perilaku peternak ini akan mencemari sungai dan sekaligus mengganggu pengguna sungai, karena di beberapa tempat sungai masih digunakan sebagai sumber air untuk keperluan rumah tangga. Kesadaran akan perlunya pembuangan ke tempat khusus perlu disosialisasikan berkenaan dengan adanya *global warming* dari emisi GRK yang dikeluarkan dari kotoran ternak tersebut.

Bagi peternak yang memanfaatkan kotoran ternaknya untuk keperluan pupuk, ada yang langsung diberikan tanpa pengomposan dan ada juga yang dikomposkan terlebih dahulu. Walaupun demikian, penerapan pengomposan di tingkat peternak dengan penambahan probiotik belum banyak diterapkan oleh peternak. Kurang lebih 10% responden telah menerapkan teknologi pengomposan dengan atau tidak menggunakan tambahan probiotik. Sedangkan yang menggunakan kotoran untuk digunakan sebagai pupuk sebanyak 70% dari responden. Padahal dengan pemberian probiotik, dapat meningkatkan kualitas pupuk yang dihasilkan. Perusahaan besar ternak di Cakung tidak perlu menambahkan probiotik karena telah mencampur kotoran tersebut dengan limbah dari rumah potong hewan, yang diyakini sudah cukup banyak mengandung mikroba.

Hal lain yang kurang disadari oleh peternak umumnya adalah peningkatan kualitas lahan rumput alam atau padang penggembalaan dengan pemberian pupuk. Padahal tentunya banyak keuntungan dengan memperbaiki kondisi lahan tersebut selain sebagai kesuburan, peningkatan kandungan bahan organik, retensi air, dan produktivitas lahan. Lahan penggembalaan ini sebenarnya signifikan berperan dalam perubahan iklim global dan harus diperhatikan juga dalam menanggulangi dampak GRK.

Perilaku peternak dalam budidaya ternak/ kesadaran peternak terhadap bahaya pencemaran lingkungan

Berdasarkan hasil survey tahun 2008, tidak ada seorangpun peternak yang mengetahui, mendengar atau

memahami istilah GRK, pencemaran lingkungan yang berasal dari ternak atau perubahan iklim global. Peningkatan temperatur bumi, memang dirasakan, namun mereka tidak ada yang mengira, berpikir atau memahami bahwa kondisi tersebut berkaitan dengan apa yang dilakukan sehari-hari. Keadaan seperti ini terjadi pada peternak di Jawa Barat, Jawa Tengah maupun di Jawa Timur. Hal ini kemungkinan disebabkan tidak ada penyuluhan mengenai perubahan iklim berikut penyebab dan sekaligus pencegahannya dari petugas. Sebenarnya, penyuluh lapang cukup mengerti, namun tidak ada program khusus penyuluhan perubahan iklim global, walaupun tersedia program pengembangan biogas. Oleh karena itu, disarankan adanya suatu program penyuluhan mengenai sosialisasi tentang perubahan iklim global. Dalam kegiatan tersebut perlu diikutsertakan wanita tani, mengingat peran wanita tani dalam usaha ternak sangat besar, terutama dalam kegiatan pemberian pakan.

Pelaku kegiatan budidaya ternak dilakukan oleh seluruh anggota keluarga dengan ada kespesifikan tugas. Pembersihan kandang biasanya dilakukan oleh bapak tani, sedangkan ibu tani melakukan kegiatan mulai dari persiapan pakan hingga pemberian pakan. Pakan suplemen yang diberikan berupa konsentrat diberi air panas untuk melarutkannya. Bapak tani yang mencari rumput atau hijauan lain dan berperan dalam penanganan kesehatan hewan. Spesifikasi tugas ini perlu diketahui sebagai dasar dalam sosialisasi teknologi yang akan diintroduksi. Jika berkaitan dengan cara pemberian pakan, peserta sebaiknya ibu tani. Sedangkan sosialisasi mengenai komposisi pakan sebaiknya disampaikan ke bapak tani agar sesuai dengan sasarannya. Hal ini setara dengan pernyataan NASSIF (2008) bahwa untuk mengidentifikasi dan mempromosikan sistem usaha ternak yang baik perlu dipertimbangkan peran *gender*.

Beberapa kegiatan yang telah dilakukan oleh peternak dapat digolongkan pada kegiatan mitigasi, walaupun para petani tidak menyadari secara langsung bahwa yang dilakukan dapat menurunkan emisi gas metana yang dihasilkan ternaknya (Tabel 1).

Dari Tabel 1 terlihat bahwa tingkat pengetahuan peternak di ketiga propinsi masih rendah. Rendahnya tingkat adopsi dan inovasi teknologi di tingkat peternak disebabkan masih lemahnya rantai pasok/difusi teknologi inovatif kepada para pelaku utama dan pelaku usaha ternak. Kegiatan mitigasi yang umum dilakukan oleh para peternak dengan tingkat persentase yang berbeda-beda adalah:

- Pencacahan pakan
- Pemberian pakan berkualitas
- Penggunaan konsentrat lebih banyak daripada hijauan
- Penggunaan suplemen pakan, misalnya probiotik
- Pemanfaatan kotoran menjadi biogas

Tabel 1. Tingkat adopsi teknologi mitigasi emisi gas metana pada peternak

Teknik mitigasi	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur
Suplementasi pakan			
Monensin	1	1	1
Probiotik	5	5	5
Defaunating	1	1	1
Protein	3	3	5
Urea molasses block	3	3	5
Konsentrat	5	5	5
Teknik mekanik dan kimiawi			
Pencacahan	5	5	5
NaOH	1	1	1
Amonia	3		3
Pengelolaan kotoran			
Covered lagoons	1	1	1
Digester	5	5	5
Disebarkan	5	5	5

Skor tingkat adopsi: 1: Tidak mengetahui; 2: Mendengar/Mengetahui; 3: Mencoba; 4: Menolak; 5: Mengadopsi;
 *UMB: Urea Molasses Block

Sumber: HERAWATI (2008, *unpublished*)

Di Pengalengan, seorang peternak melakukan pengaliran air pencucian kandang ke kebun rumput gajah seluas 2 ha. Di pesantren Darul Falah Bogor, limbah padat dan cair dari pembuatan biogas dialirkan ke kebun rumput Gajah. Di Jawa Tengah maupun di Jawa Timur, peternak memanfaatkan limbah padat maupun cairannya sebagai pupuk di kebunnya.

TEKNOLOGI MITIGASI EMISI METANA DAN TERAPANNYA

Dalam menghadapi dampak perubahan iklim, dapat dilakukan melalui adaptasi atau mitigasi. Adaptasi dilakukan dengan mengintroduksi teknologi yang menyesuaikan terhadap perubahan iklim tersebut. AS-SYAKUR *et al.* (2011) telah mencoba memetakan berbagai jenis tanaman pakan yang dapat beradaptasi dengan perubahan iklim di Bali, dengan sistem *Sistem Informasi Geografis* (SIG).

Mitigasi metana adalah kegiatan yang bertujuan meminimumkan metana yang dihasilkan ternak dengan berbagai cara antara lain mengkonsumsi bahan pakan berupa tanaman pakan, ramban atau limbah industri yang rendah emisi, mengkonsumsi suplemen atau memproses pakan hingga menurunkan produksi metana serta memproses atau memanfaatkan metana yang telah dihasilkannya.

Pemilihan jenis pakan rendah emisi

Pemilihan jenis pakan sangat menentukan besar kecilnya gas metana yang dihasilkan ternak. Peningkatan efisiensi pakan pada sapi signifikan berpengaruh pada pengurangan emisi gas rumah kaca dan meningkatkan produktivitas. Para ilmuwan sedang mengembangkan alat seleksi baru untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pakan pada ternak melalui pemuliaan dan metode baru yang meningkatkan pemanfaatan hara dalam rumen (ANONIMUS, 2003). Lebih jauh disampaikan bahwa hilangnya energi selama metabolisme pakan terjadi melalui proses yang unik untuk ternak ruminansia. Ketika selulosa dan pati yang terdegradasi di usus ternak digunakan sebagai sumber energi, beberapa karbon hilang melalui mulut sebagai metana melalui bersendawa. Jumlah metana dipancarkan tergantung pada efisiensi dari ternak tersebut yakni ditentukan oleh jenis ternaknya serta komposisi dan derajat pengolahan pakan. Pengurangan emisi metana dari ternak ruminansia juga dapat dilakukan dengan memodifikasi komposisi tanaman pakan ternak, yaitu melalui peningkatan pencernaan dan kandungan gula dari rumput dan meningkatkan kandungan senyawa yang mempengaruhi pemecahan protein dalam rumen, tetapi tetap meningkatkan produksi daging dan susu berbarengan dengan berkurangnya pengeluaran nitrogen melalui tinja (ABBERTON *et al.*, 2007). SUARNA (2011) menyatakan bahwa peran tanaman pakan dalam mitigasi dapat dilakukan dengan meningkatkan luasan tutupan lahan.

Hasil penelitian Balitnak telah diinventarisasi jenis-jenis tanaman pakan yang dapat digunakan dalam mitigasi gas metana (Tabel 2). Dengan mengkonsumsi tanaman ini maka metana yang diproduksi akan berkurang. Produk pakan terbaru adalah Aksapon SR yaitu produk olahan dari buah lerak (*Sapindus rarak*) yang mengandung 6% senyawa aktif saponin yang dapat digunakan sebagai *defaunator* protozoa rumen sehingga dapat menekan emisi gas metana, selain dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi pakan (THALIB, 2010). Sedangkan molasses dan daun singkong dapat digunakan sebagai emisi gas metana dari ternak ruminansia karena mengandung garam-garam nitrat dari Ca, K dan Na (PHUANG *et al.*, 2012).

Pemberian suplemen

Cara lain dari mitigasi selain memilih pakan yang mengandung rendah emisi, juga dapat melalui konsumsi pakan yang mempengaruhi proses metanogenesis hingga menurunkan produksi gas metana. Pemberian limbah lidah buaya sebagai *feed suplemen* pada sapi Bali menurunkan konsumsi pakan dan produksi metana, tetapi meningkatkan energi termetabolis dan efisiensi pemanfaatan energi serta

Tabel 2. Jenis tanaman pakan sebagai mitigasi gas metana

Ramban	Leguminosa
Biji lerak (<i>Sapindus rarak</i>) Biji lerak mengandung saponin tinggi; Untuk menekan pertumbuhan protozoa rumen; Gunakan 0,2 hingga 0,5% dalam konsentrat	Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>) Kandungan protein cukup tinggi (22%); Meningkatkan efisiensi pakan; Meningkatkan pertumbuhan ternak; Gunakan 30% dalam campuran hijauan
Daun kedelai (<i>Glycine max</i>) Kandungan protein cukup tinggi (16%); Gunakan 10% dalam campuran konsentrat	Turi (<i>Sesbania grandiflora</i>) Kandungan protein cukup tinggi (24%); Meningkatkan pertumbuhan ternak; Meningkatkan pencernaan serat; Gunakan 20% dalam campuran hijauan
Bunga sepatu (<i>Hisbiscus rosasinensis</i>) Daun bunga sepatu mengandung saponin; Untuk menurunkan populasi protozoa rumen; Gunakan 5% dalam campuran pakan hijauan	Kaliandra (<i>Calliandra calothyrsus</i>) Kandungan protein tinggi (24%); Meningkatkan suppli protein pasca rumen; Layukan sebelum diberikan kepada ternak
Daun Jarak pagar (<i>Jatropha curcas</i>) Dapat menekan pertumbuhan bakteri; Gunakan kurang 0,1% dari hijauan	Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>) Kandungan protein tinggi (23%); Layukan sebelum diberikan untuk meningkatkan kesukaan ternak; Gunakan 30% dalam campuran hijauan
Daun jambu biji (<i>Psidium guajava</i>) Dapat menekan pertumbuhan protozoa rumen Mempunyai kemampuan antibakteri Gunakan hingga 5% dalam campuran hijauan	Centro (<i>Centrosema pubescens</i>) Mengandung protein tinggi (24%) Meningkatkan pertumbuhan ternak Digunakan sebagai campuran hijauan
Papaya (<i>Carica papaya</i>) Daun papaya mengandung papain; Dapat digunakan sebagai anti bakteri; Gunakan 1-5% dalam campuran hijauan	Stylo (<i>Stylosanthes guyanensis</i>) Kandungan protein cukup tinggi (15%); Dapat meningkatkan pertumbuhan ternak; Gunakan sebagai pakan hijauan hingga 50%
Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>) Daun pisang mengandung saponin dan wax; Untuk menekan pertumbuhan protozoa rumen; Gunakan 10% dalam campuran hijauan	Kalopo (<i>Calopogonium mucunoides</i>) Kandungan protein cukup tinggi (14%); Meningkatkan pertumbuhan ternak; Gunakan 30% dalam campuran hijauan
Daun singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Kandungan protein cukup tinggi (20%); Layukan untuk mengurangi kandungan HCN; Meningkatkan pertumbuhan ternak; Gunakan hingga 30% dalam campuran hijauan	

Sumber: BALITNAK (2011)

meningkatkan serapan nitrogen sehingga retensi protein meningkat (MAHARDIKA *et al.*, 2011).

Prosesing bahan pakan

Pada proses fermentasi pakan, kalium nitrat akan mengurangi produksi metana dibandingkan dengan penambahan urea. Pengaruh ini tetap selama masa inkubasi 6 hingga 48 hari. Jika ditambahkan sulfur, penurunan produksi metana akan lebih besar dibanding jika hanya nitrat saja (PHUANG *et al.*, 2012). Sedangkan menurut MUDITA *et al.* (2011), biofermentasi 1,5% cairan rumen dan suplementasi 0,15 – 0,30% multivitamin-mineral serta 5% lemak *tallow* mampu menurunkan produksi amoniak pada feses, kadar dan produksi metana serta CO₂ tiap unit *Volatile Fatty Acid* (VFA) yang terendah pada kambing PE.

SURYAHADI (2010) telah menginventarisasi berbagai cara untuk mereduksi produksi metana yang dihasilkan ternak (Tabel 3).

Pemanfaatan limbah/kotoran ternak

Pengomposan

Pengembangan kawasan peternakan pertanian terintegrasi merupakan suatu model yang integratif dan sinergis atau keterkaitan yang saling menguntungkan antara tanaman dan ternak. Petani memanfaatkan kotoran ternak sebagai bahan biogas, sisa hasil proses biogas yang berupa padatan dan cairan bisa digunakan sebagai pupuk organik untuk tanamannya, kemudian memanfaatkan limbah pertanian sebagai pakan ternak. Kadar unsur hara dalam pupuk kandang yang berasal

Tabel 3. Reduksi emisi metana dengan pakan tambahan, bahan kimia dan mekanik

Teknologi yang ada	Reduksi kadar methane (%)	Efisiensi pakan	Produksi ternak	Biaya
Pakan suplemen				
<i>Feed block supplement</i>	10	Meningkat	+15%	Murah
<i>Unsaturated fatty acid</i>	10	Meningkat	+15%	Murah
Probiotik	8	Meningkat	+9	Murah
Minyak ikan + Zn	Menurun	Meningkat	+61,2	Murah
<i>Ionophore – Salinomycin</i>	Menurun	Meningkat	+26,6%	Mahal
Mineral + <i>by pass nutrient</i>	Menurun	Meningkat	22%	Murah
<i>Defaunating agents</i>	Menurun	Meningkat	+20%	Murah
Leguminosa	Menurun	Meningkat	Meningkat	Murah
Teknik mekanik dan kimiawi				
Pencacahan dan pembuatan pelet	Menurun	Meningkat	Meningkat	Mahal
NaOH	10	Meningkat 10 – 20%	Meningkat	Mahal
Amonia	Menurun	Meningkat	Meningkat	Mahal

Sumber: SURYAHADI (2010)

dari beberapa jenis ternak adalah seperti pada Tabel 4. Apabila diketahui produksi pupuk kandang per ekor ternak sapi/kerbau sekitar 26 kg/hari/ekor dan kambing/domba sekitar 1,5 kg/hari/ekor, maka jumlah zat hara yang dihasilkan per tahun dapat diperhitungkan.

Tabel 4. Kadar N, P dan K dalam pupuk kandang dari beberapa jenis ternak

Jenis pupuk kandang	Kandungan (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kotoran sapi	0,6	0,3	0,1
Kotoran kuda	0,4	0,3	0,3
Kotoran Kambing	0,5	0,3	0,2
Kotoran ayam	1,6	0,5	0,2
Kotoran itik	1,0	1,4	0,6

Sumber: SALEH (1997)

Selain itu yang perlu diperhatikan dalam pemupukan adalah upaya mengurangi emisi nitrogen oksida dengan menggunakan nitrogen lebih efisien baik dari penyerapan oleh tanaman dari tanah maupun di dalam tubuh ternak, melalui pengurangan aplikasi pupuk nitrogen akan menurunkan emisi nitrogen oksida. Proses yang terlibat dalam produksi pupuk, terutama nitrogen pupuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang cukup besar (ABBERTON *et al.*, 2007; ANONIMUS, 2003).

Pembuatan biogas

Pembuatan biogas merupakan salah satu dari pemanfaatan "energi hijau", yang jika dikaitkan

dengan *global warming* merupakan kegiatan ramah lingkungan. Energi hijau ini suatu hal yang harus dikembangkan mengingat jenis ini adalah merupakan sumber bahan bakar terbarukan, suatu energi alternatif yang diproduksi oleh petani ternak. Komposisi biogas yang dihasilkan adalah 60 – 70% CH₄, 30-40% CO₂ dan kurang dari 10% gas lainnya. Jika kegiatan ini serentak dilakukan oleh banyak peternak, tidak mustahil akan bermunculan desa mandiri energi yang mampu mengatasi kemiskinan (*pro-poor*), menciptakan lapangan kerja (*pro-job creation*) dan menyelamatkan lahan kritis menjadi lahan produktif (ANONIMUS, 2008). Perkembangan ini lebih cepat sejak naiknya harga BBM dan lebih sulitnya memperoleh kayu bakar.

Dari Lembang (Jawa Barat), Pujon dan Batu (Jawa Timur) diperoleh informasi bahwa pemanfaatan kotoran ternak untuk pembuatan biogas sudah mulai dikembangkan di masyarakat peternak sapi perah. Koperasi susu dan Dinas Peternakan mencurahkan upaya yang besar untuk pembuatan biogas tersebut.

Dari Pengalengan, Pujon dan Batu didapatkan informasi bahwa sudah lebih banyak peternak yang memanfaatkan kotoran ternak untuk pembuatan biogas, terutama dengan menerapkan digester plastik. Sementara ini ada 70 unit dengan biaya pembuatan sebesar Rp. 900 ribu per unit melalui program kredit dengan cicilan 1 liter susu setiap hari selama 10 bulan. Kurang lebih sudah pernah ada 400 unit pembuatan biogas di kawasan Pengalengan diantaranya sudah tidak berfungsi lagi. Peternak di Pujon dan Batu membuat *digester* sendiri dengan melihat percontohan yang telah dibuat oleh BPTP Jawa Timur atau dari Unibraw. Jenis *digester* yang dibuat ada yang dari plastik ada pula yang model permanen. Modal yang

digunakan berasal dari pinjaman ke Koperasi Susu. Koperasi memberikan pinjaman uang untuk pembuatan *digester* dengan sistem pembayaran dari hasil susu yang disetor ke koperasi selama 10 bulan sampai setahun, tanpa bunga.

Model pengembangan biogas

Introduksi teknologi biogas di Indonesia dilakukan melalui berbagai model:

- 1) Sebagai demonstrasi teknologi dari berbagai unit kerja, yaitu Departemen Pertanian dari Badan Litbang Pertanian dan Ditjen Peternakan, Perguruan Tinggi khususnya untuk daerah Jawa Barat adalah IPB, di Jawa Timur Universitas Brawijaya dan di Jawa Tengah Universitas Diponegoro. Di Jawa Tengah dan Jawa Timur, BPTP telah mengembangkan teknologi biogas di daerah kegiatan program *prima tani*. Tercatat *digester* biogas di Jawa Tengah sebanyak 420 unit. Sedangkan di Jawa Timur, khususnya di kabupaten Malang terdapat 188 unit.
- 2) Pengembangan untuk tujuan kegiatan pelestarian lingkungan. Program ini dilakukan oleh Kementrian Lingkungan Hidup, Departemen Sumberdaya Mineral dan Energi atau Pemerintah Daerah setempat.
- 3) Kegiatan pemberian modal oleh koperasi susu, seperti yang dilakukan oleh KPS di Lembang, Batu dan Pujon.

Kegiatan sosialisasi mitigasi GRK dari peternakan

Pada peternak yang disurvei, diperoleh gambaran bahwa pada umumnya mereka tidak mengerti akan adanya hubungan antara perubahan keadaan iklim berupa kemarau yang panjang atau sebaliknya banjir dengan budidaya ternak yang mereka biasa lakukan. Penyuluh maupun penentu kebijakan di desa yaitu ketua RT, RW dan kelurahan belum mensosialisasikan pentingnya peran peternak dalam membantu menanggulangi atau mengurangi percepatan dampak GRK. Walaupun demikian, ada gerakan atau tindakan yang dinilai bagian dari mitigasi atau adaptasi dari kondisi perubahan iklim, yaitu pembuatan kompos, penggunaan kotoran ternak dan pembuatan gas. Jadi tanpa disadari mereka sudah melakukan tindakan mitigasi, namun di luar pengetahuan mereka bahwa hal tersebut sangat membantu mengatasi kondisi rawan iklim. Oleh karena itu, perlu disosialisasikan pada petugas yang berwenang yaitu penyuluh dan petugas pertanian lainnya yang ada di desa.

Kegiatan mitigasi ada yang dilakukan secara tersendiri atau individu peternak tersebut, ada pula yang dilakukan secara berkelompok. Kegiatan

individual antara lain berupa sanitasi, pemupukan, pengomposan dan pembuatan biogas. Pembuatan biogas ada yang dilakukan individu ada pula yang dilakukan kelompok. Pada kegiatan yang tidak melibatkan modal banyak berupa pengomposan telah terjadi transfer teknologi. Transfer teknologi terjadi melalui jalur informal maupun formal. Jalur informal berupa pertemuan individu peternak atau kunjungan ke lahan tetangga. Sedangkan jalur formal melalui penyuluhan dari penyuluh atau aparat setempat ke peternak. Model lain melalui lembaga yang ada di desa. Seperti halnya di Pengalengan, *digester* untuk pembuatan biogas dibeli dengan cara mencicil ke koperasi sebanyak 1 liter susu per hari selama satu tahun.

Dalam kegiatan BBP Mekanisasi Pertanian tahun 2005, telah dilaksanakan kegiatan rekayasa dan pengembangan unit instalasi pemroses biomasa (kotoran sapi) menjadi energi biogas yang berlokasi di Pondok Pesantren Pertanian Darul Fallah, Ciampea, Bogor. Instalasi pemroses biomasa (*digester*) adalah tipe *fixed dome* yang dirancang untuk 10 ekor sapi (dengan kotoran sapi 20 kg/hari/ekor dengan *retention time* 45 hari) maka kapasitas *digester* adalah 18 m³. Analisis dampak lingkungan dari lumpur keluaran dari *digester* menunjukkan penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD), sebesar 90% dari kondisi bahan awal dan pebandingan *Biological Oxygen Demand/Chemical Oxygen Demand* (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%). Berdasarkan hasil penelitian, hasil samping pupuk ini mengandung lebih sedikit bakteri patogen sehingga aman untuk pemupukan sayuran/buah, terutama untuk konsumsi segar (WIDODO, 2006).

Pembuatan biogas umumnya merupakan program dari Badan Litbang Pertanian, Ditjen Peternakan atau dari kantor Kementrian Lingkungan Hidup. Tanpa bantuan pemerintah peternak enggan membeli sendiri keperluan peralatan pembuatan gas, karena harganya masih di luar jangkauan mereka. Kondisi demikian memacu pemerintah untuk membuat program pengembangan peralatan gas bukan ke individu melainkan ke kelompok. Kontribusi Kementerian Pertanian dalam pengembangan biogas dimulai sejak 2006 oleh setiap BPTP di tiap provinsi dengan mengembangkan percontohan berbagai *digester*, tahun 2007 Ditjen PKH mengembangkan program Biogas Ternak Bersama Masyarakat (BATAMAS) dan di BB Mektan di Serpong, Jawa Barat, dimiliki sarana pelatihan pembuatan biogas.

Kegiatan pengembangan biogas banyak dilakukan oleh Pusat Penelitian Tanah sejak tahun 1980an dan

oleh Puslitbang Peternakan melalui kegiatan khusus atau kegiatan PRIMA TANI bekerjasama dengan BPTP di tiap provinsi, dengan Balitpa Sukamandi serta dengan Puslitbang Tanaman Pangan dan Balai Besar Mekanisasi Pertanian Serpong berupa kegiatan percontohan di Stasiun Percobaan Taman Muara Bogor yang bertemakan *Zero Waste Farm*. Digunakan limbah padi yang telah di fermentasi terlebih dahulu sebagai pakan sapi, kemudian limbah ternak berupa pupuk hasil sampingan biogas digunakan sebagai pupuk organik. Sedangkan gas metana dari *digester* digunakan untuk bahan bakar kompor dan penerangan petromaks untuk keperluan di kandang. Lingkaran penggunaan limbah terjadi untuk menghemat biaya produksi sekaligus mereduksi emisi, sehingga tercipta usahatani tanpa limbah atau biasa dikenal *zero waste farm*.

Terapan pembuatan biogas di Bumbu Apus, Jakarta Timur, dijumpai seorang peternak yang membuat biogas. Di Lembang, Bandung, dari 4000 peternak di daerah Cikole, 200 peternak membuat biogas dengan *digester* plastik. Sedangkan di Pengalengan, Bandung dengan jumlah lebih dari 4000 peternak 400 orang yang membuat biogas. Di Kebon Pedes, Bogor, dari 20 orang, ada 3 peternak yang memiliki *digester* pembuatan biogas. *Digester* tersebut adalah bantuan dari Pemerintah Daerah. Meskipun demikian, peternak lain juga tertarik untuk membuat biogas di lokasi masing-masing. Namun masalah dana masih menjadi kendala. Sebagian besar kotoran dibuang ke sungai. Upaya untuk mengelola limbah rumah tangga dan limbah ternak menjadi pupuk organik sudah dilakukan dengan adanya pembangunan lokasi prosesing pupuk organik di kawasan tersebut.

Rendahnya persentase pembuatan biogas ini disebabkan karena kurang mampunya peternak untuk membeli *digester*. Harga *digester* dari bahan polyethylene untuk 5 – 7 ekor sapi sekitar 12 juta rupiah, termasuk instalasi untuk kompor dan penerangan.

Gambaran pengelolaan limbah ternak di rumah potong hewan (RPH) Cakung adalah bahwa dewasa ini pemotongan ternak sapi menurun drastis dibandingkan 10 tahun yang lalu, dimana pada waktu itu dapat dipotong sekitar 700 ekor sapi setiap hari, sedangkan pada saat ini hanya sekitar 60 ekor setiap hari. Limbah ternak yang dipotong dalam bentuk kotoran ternak, sisa pakan dan isi rumen diolah menjadi pupuk organik dengan kapasitas 3 – 5 ton per hari. Rendemen pupuk yang dihasilkan sekitar 20%. Sarana pengolahan biogas cukup lengkap dan baik, namun dewasa ini sudah tidak berfungsi, diantaranya karena tangki pengolahan (*digester*) yang berkapasitas sekitar 600 m³ tidak lagi dimanfaatkan. Sementara itu, generator listrik yang semula dapat digunakan untuk memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar tenaga penggerak sudah tidak berfungsi juga. Sarana-sarana lain pada umumnya tidak

berfungsi, antara lain karena korosi dan kerusakan teknis.

Transfer teknologi dapat dilihat dari indikator penerapan sendiri teknologi yang diintroduksi atau membeli alat yang diperlukan tanpa melalui program khusus. Dari petani yang di survei, tidak ada yang masuk kategori tersebut.

Telah dilakukan sosialisasi mitigasi gas metana oleh Badan Litbang Pertanian melalui kegiatan konsorsium GRK dengan mengintroduksi teknologi biogas, introduksi tanaman pakan rendah emisi, pemberian suplemen dan peningkatan pemahaman melalui *Training of Trainee* (TOT).

Analisis ekonomi usaha mitigasi pada subsektor peternakan

Usaha mitigasi berupa pengomposan, penggunaan pupuk secara langsung atau pembuatan gas merupakan usaha yang menguntungkan bagi peternak. Keuntungan tersebut dapat berupa uang tunai atau secara tidak langsung yaitu adanya penghematan dari *input* yang biasa dibeli secara kontan. Pada pemupukan keuntungan berupa adanya substitusi pupuk anorganik dengan pupuk organik. Selain keuntungan penghematan biaya yang dikeluarkan, juga diperoleh keuntungan dari adanya perbaikan struktur tanah. Diketahui bahwa pupuk organik dapat meningkatkan partikel unsur/butir struktur, tekstur dan kesuburan lahan.

Dalam pembuatan biogas, keuntungan diperoleh secara individu maupun mencakup keseluruhan sistem, misalnya jika telah dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar kompor, penerangan dalam area luas dan lain sebagainya. Di peternak Ciracas (Jakarta Timur), dipasang *digester* dari fiber ukuran 5 m³ plus ongkos pasang, pipa dan 1 buah kompor seharga 12 juta, untuk jumlah sapi 5 ekor. Ukuran *digester* 4,8 m³, kedalaman 2,5 m dan diameter 1,7 m. Generator listrik harganya 3 juta rupiah. Nyala api sebagai substitusi 2 liter minyak tanah, dapat digunakan selama 6 jam. 1 m³ gas = 2 jam. Dari 5 ekor sapi, dapat diperoleh 6 m³ gas.

Gambaran ekonomis usaha peternakan sapi perah rakyat di Bogor, menunjukkan adanya keuntungan sebesar Rp. 400 ribu rupiah per ekor per bulan laktasi, dengan catatan tingkat produksi sekitar 12 liter per ekor per hari dan harga susu Rp. 3.200 per liter. Biaya pakan merupakan komponen biaya terbesar diikuti biaya tenaga kerja.

Pendapatan yang diperoleh dari instalasi biogas adalah sekitar Rp. 600.000/bulan bila dikonversikan dengan harga dan nilai kalori *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Dengan menggunakan parameter dan analisis kelayakan ekonomi seperti pada Tabel 6. diperoleh B/C rasio 1,35 yang berarti secara ekonomi investasi tersebut layak. Demikian pula dari hasil analisis *simple*

payback diketahui bahwa modal investasi pembangunan konstruksi digester akan kembali pada tahun ke-4 (umur ekonomi *digester*: 20 tahun). Hasil

pendapatan ini belum termasuk hasil samping berupa pupuk cair/padat (WIDODO, 2006).

Tabel 5. Unjuk kerja instalasi biogas

Pemanfaatan biogas	Referensi	Hasil pengukuran
Lampu penerangan (m ³ /jam)	0,11 – 0,15 (penerangan setara dengan 60 watt lampu bohlam $\cong$ 100 candle power $\cong$ 620 lumen). Tekanan: 70 – 85 mmH ₂ O	0,15 – 0,3 Tekanan = 30 – 60 mmH ₂ O
Kompore gas (m ³ /jam)	0,2 – 0,45; 0,3 m ³ /orang/hari; Tekanan: 75 – 90 mmH ₂ O	0,2 – 0,4; Tekanan = 60 – 85 mmH ₂ O

Sumber: WIDODO *et al.* (2006)

Tabel 6. Parameter dan hasil analisa kelayakan ekonomi

Parameter	
Biaya investasi, Rp	18.448.000
Biaya operasional dan perawatan, Rp/tahun	2.767.200
Pendapatan, Rp/tahun	7.051.800
Keuntungan, Rp/tahun	4.284.600
Umur ekonomi, tahun	20
Produksi gas, m ³ /hari	6
Produksi gas, m ³ /tahun	2.190
Suku bunga, %/tahun	12
Hasil analisa kelayakan ekonomi	
<i>Net present worth</i> (NPW), Rp	13.555.578
<i>Net present cost</i> (NPC), Rp	39.117.444
<i>Net present revenue</i> (NPR), Rp	52.673.023
B/C rasio	1,35
<i>Simple payback</i> , tahun	4,3
<i>Internal rate return</i> (IRR), %	23,70

Sumber: WIDODO *et al.* (2006)

Energi biogas sangat potensial untuk dikembangkan. Beberapa alasannya adalah: pertama, produksi biogas dari kotoran peternakan sapi ditunjang oleh kondisi yang kondusif perkembangan peternakan sapi di Indonesia akhir-akhir ini. Kedua, regulasi di bidang energi seperti kenaikan tarif listrik, kenaikan harga LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), premium, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar telah mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan. Ketiga, kenaikan harga dan kelangkaan pupuk anorganik di pasaran karena distribusi pemasaran yang kurang baik menyebabkan petani berpaling pada penggunaan pupuk organik.

KESIMPULAN

Sektor peternakan di Indonesia merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca yang jika tidak ditanggulangi dengan tepat dan cepat, maka akan timbul bencana yang tidak diinginkan. Selain itu, lepas dari sengaja atau tidak disengaja, disadari atau tidak disadari, peternak telah membantu peningkatan emisi dengan pemilihan sistem budidaya yang kurang tepat tapi juga sekaligus telah melakukan kegiatan mitigasi berupa pengomposan/pemanfaatan kotoran untuk pupuk dan pembuatan biogas. Padahal, Indonesia telah mempunyai teknologi mitigasi maupun adaptasi akibat adanya emisi gas dari produk ternak. Pemerintahpun telah memfasilitasi melalui berbagai program bantuan. Tinggal lebih mensosialisasikannya ke sasaran yang tepat, pada waktu yang tepat dan cara yang tepat. Yang lebih penting pula adalah komitmen semua unsur yang terlibat dalam aktivitas tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- ABBERTON, M.T., J.H. MAC DUFF, A.H. MARSHALL and M.W. HUMPHREYS. 2007. The Genetic Improvement of Forage Grasses and Legumes to Reduce Greenhouse Gas Emissions. Plant Breeding and Genetics Programme, Institute of Grassland and Environmental Research, Aberystwyth, United Kingdom in collaboration with the Plant Production and Protection Division, Crop and Grassland Service, of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, December 2007.
- ADHI, R.K. 2010. Lingkungan pertanian dan pemanasan global. Pros. Seminar Nasional Revitalisasi Pembangunan Lingkungan Pertanian Menghadapi Global Warming. 11 Maret 2010 di Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

- ANONYMOUS. 2003. Reducing Greenhouse Gas Emissions Through "Feeding and Breeding". Green House Gas Mitigation. A Beef Sector Report. Canadian Cattlemen's Association. Summer 2003. www.Cattle.ca (28 Desember 2011).
- ANONYMOUS. 2010. Implementing the Roadmap for an Asean Community 2015. Annual Report 2008 – 2009. The Association of Southeast Asian Nations (ASEAN).
- ANONYMOUS. 2008. Biogas Utilization. GTZ. <http://www5.gtz.de/gate/techinfo/biogas/appldev/operation/utlizat.html> (18 Oktober 2008).
- AS-SYAKUR, A.R., I.W SUARNA, I.W RUSNA DAN I.N DIBIA. 2011. Pemetaan kesesuaian iklim tanaman pakan serta kerentanannya terhadap perubahan iklim dengan sistem informasi geografi (SIG) di Provinsi Bali. *J. Pastura* 1(1): 15 – 25.
- BALITNAK. 2011. Cara emisi menurunkan gas metana dan meningkatkan produksi ternak melalui perbaikan pakan. leaflet. Balitnak, Bogor.
- DEPTAN. 2009. Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 41/Permentan/Ot.140/9/2009. Tentang Kriteria Teknis Kawasan Peruntukan Pertanian.
- FAO.2011. Livestock Long Shadow. FAO Corporate Document Repository. <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>. (20 Januari 2011).
- HERAWATI, T., E. NOOR dan I.G. PERMANA. 2010. Sosialisasi Mitigasi Emisi Gas Metana dari Usaha Ternak Melalui Manajemen Pemberian Pakan Rendah Emisi Gas Metana dan Manfaat Biogas. Laporan akhir kegiatan penelitian. Konsorsium Penelitian dan pengembangan Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- HERAWATI, T., E. NOOR, B. HARYANTO, A. THALIB dan A. PRAMUDIA. 2008. Verifikasi Laju Emisifitas GRK pada Peternakan. Laporan akhir kegiatan penelitian. Konsorsium Penelitian dan pengembangan Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- MAHARDIKA, I.G., N.N. SURYANI, N.P. MARIANI, I.W. SUARNA, M.A.P. DUARSA dan I.M. MUDITA. 2011. Pemanfaatan limbah lidah buaya sebagai *feed supplement* pakan sapi Bali dalam upaya menanggulangi emisi metan. Pros. Seminar dan Lokakarya Nasional Ilmu Tanaman Pakan Tropik. 5 November 2010. Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Bali. hlm. 74 – 79.
- MARYONO. 2010. Teknologi Peternakan Sapi Potong Berwawasan Lingkungan. Materi pada acara HUT Badan Litbang Pertanian. Bogor, September 2010.
- MCCRABB, G.J., S.F. RIVERA, R.A. HUNTER, M. KURIHARA, F. TERADADAN and T. WIRTH. 2007. Managing Greenhouse Emissions From Livestock Systems. International Livestock Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia. CSIRO Livestock Industries, Rockhampton, Australia. National Institute of Livestock and Grassland Science, Tsukuba, Japan. Environmental Protection Agency, Washington DC, USA.
- MUDITA, I.M., A.A.P.P. WIBAWA, I.W. WIRAWAN, I.G.L.O. CAKRA dan N.W. SITI. 2011. Penurunan emisi polutan kambing PE yang diberi wafer ransum limbah inkonvensional melalui aplikasi teknologi biofermentasi dan suplementasi. Pros. Seminar dan Lokakarya Nasional Ilmu Tanaman Pakan Tropik. 5 Nopember 2010. Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Bali. hlm. 94 – 100.
- NASSIF, F. 2008. The Gender-Livestock-Climate Change connection: Local experiences and lessons learned from Morocco. Proc. Int Conference Livestock and Global Climate Change. 17 – 20 May 2008. Cambridge University Press.
- PHUANG, L.T.B., D.N. KHANG, T.R. PRESTON and R.A. LENG. 2012. Livestock Research for Rural Development, Volume 24, Number 1, January.
- SALEH, E. 1997. Pengembangan Ternak Ruminansia Besar di Daerah Transmigrasi. Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- SANDERSON, M., J. INTSIFUL, J. LOWE, V. POPE, F. SMITH and R. JONES. 2006. Effects of climate change in developing countries. Met Office FitzRoy Road Exeter EX1 3PB United Kingdom. <http://cedadocs.badc.rl.ac.uk/249/1/COP12.pdf>. (28 Desember 2011).
- SUARNA, W. 2011. Peran tanaman pakan dalam mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Pros. Seminar dan Lokakarya Nasional Ilmu Tanaman Pakan Tropik. 5 Nopember 2010. Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Bali. hlm. 12 – 23.
- SUPRANATA, S. 2010. Keynote Speech Menteri Riset Dan Teknologi. At 7th Biomass-Asia Workshop Indonesia Policy For Biomass Energy Research And Utilization. BPPT, Jakarta, 29 November 2010.
- SURYAHADI. 2010. Strategies for Reducing Emission from Animal Husbandry in Indonesia: Farmers' Adoption to Mitigation Technologies. Paper presented on workshop "Sustainable and Low-Carbon Development in Indonesia and Asia: Dialogues between Policymakers & Scientist on Green Growth", IPB International Convention Center, 16 – 17 February 2010.
- THALIB, A. 2010. Teknologi Balitnak. Aksapon SR: Penekan Emisi Gas Metan. Leaflet Balai Penelitian Ternak.
- WIDODO, T.W., A. ASARI, A. NURHASANAH and E. RAHMARESTIA. 2006. Biogas technology development for small scale cattle farm level in Indonesia. International Seminar on Development in Biofuel Production and Biomass Technology. Jakarta, February 21 – 22, 2006.
- ZHANG, Q., M. WATANABE, T. LIN, P. DE LAQUIL, W. GEHUA, and M.H. ALIPALO. 2010. Rural Biomass Energy 2020. Asian Development Bank. People's Republic of China.

