

JEJAK KARBON PRODUKSI SUSU PADA PETERNAKAN SAPI PERAH RAKYAT DI KABUPATEN PATI

Jatmiko Wahyudi

Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Kabupaten Pati
Jl. Pati-Kudus Km. 4, Pati 59163.
Email: jatmiko_tkuns@yahoo.com

Abstrak

Subsektor peternakan khususnya peternakan sapi perah merupakan salah satu kontributor utama emisi gas rumah kaca di sektor pertanian. Salah satu metode untuk mengetahui sumber serta besarnya emisi gas rumah kaca (GRK) pada peternakan sapi perah dalam menghasilkan susu adalah melalui analisis jejak karbon. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jejak karbon produksi susu pada sebuah peternakan sapi perah. Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui dampak aktivitas produksi susu terhadap lingkungan yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar untuk mengefisienkan penggunaan sumber daya yang digunakan dalam produksi susu. Pendekatan analisis daur hidup (life cycle assessment) digunakan untuk mengidentifikasi semua bahan dan kegiatan yang berkontribusi terhadap daur hidup produksi susu. Metode perhitungan jejak karbon berdasarkan IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006. Penelitian berlokasi pada sebuah peternakan sapi perah di Desa Sukoharjo, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati. Hasil penelitian menunjukkan sumber-sumber emisi GRK berasal dari transportasi, penyediaan listrik, penggunaan bahan bakar produksi (biogas), fermentasi enterik dan pengolahan limbah. Nilai jejak karbon produksi susu pada peternakan sapi perah rakyat sebesar 0,862 kgCO_{2eq}/kg FPCM susu.

Kata kunci: emisi gas rumah kaca, jejak karbon, kabupaten pati, produksi susu

1. PENDAHULUAN

Usaha peternakan sapi perah merupakan kegiatan agribisnis yang memberikan dampak positif dalam upaya mendukung tercapainya ketahanan pangan dalam bentuk mendukung ketersediaan produk daging dan susu di masyarakat. Menurut data dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian, populasi sapi perah di Indonesia pada tahun 2015 mencapai lebih dari 518 ribu ekor dengan produksi susu mencapai lebih dari 835ribu ton. Sekitar 98% populasi sapi perah maupun produksi susu sapi nasional terkonsentrasi di Pulau Jawa khususnya pada 3 Propinsi yaitu Propinsi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Peternakan sapi perah di Indonesia didominasi peternakan rakyat dengan karakteristik yaitu dijalankan secara tradisional, berskala kecil dengan kepemilikan 3-5 ekor sapi perah dan berlokasi di perdesaan (IFC, 2011). Oleh karena itu, usaha peternakan sapi perah memainkan peranan penting dalam pembangunan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat khususnya di perdesaan.

Namun aktivitas di peternakan sapi perah dalam menghasilkan susu memberikan dampak negatif bagi lingkungan salah satunya berupa emisi gas rumah kaca (GRK) yang menyebabkan terjadinya pemanasan global. Secara global, sektor peternakan menyumbang 18% emisi GRK dengan 20% emisi GRK di sektor peternakan berasal dari peternakan sapi perah (Dourmad dkk., 2008). Metana (CH₄) merupakan jenis GRK yang paling dihasilkan dari sektor peternakan sapi perah dengan proporsi mencapai 52%, diikuti Nitrogen oksida (N₂O) sebesar 38% dan CO₂ sebesar 10% (Gerber dkk., 2010).

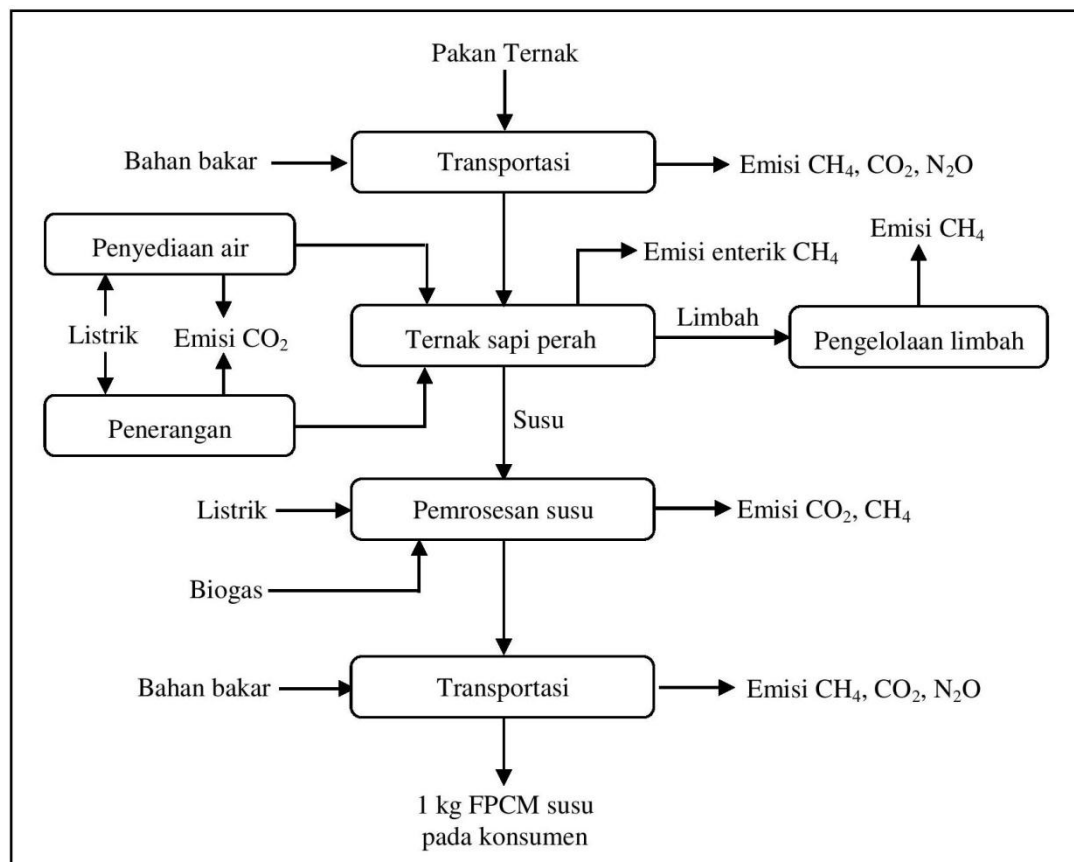
Analisis jejak karbon (*carbon footprint*) merupakan salah satu metode untuk mengetahui seberapa besar emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas di peternakan sapi perah dalam memproduksi susu. Pendekatan daur hidup (*life cycle assessment*) dalam menghitung jejak karbon bermanfaat untuk mengidentifikasi sumber-sumber emisi GRK dalam setiap tahapan produksi susu dari awal (penyiapan pakan) hingga akhir (susu sampai pada konsumen). Kabupaten Pati merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang memiliki potensi untuk pengembangan sapi perah sehingga penting untuk diketahui dampak aktivitas peternakan sapi terhadap lingkungan khususnya emisi GRK. Sehingga diharapkan upaya untuk mengembangkan usaha peternakan sapi perah tidak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jejak karbon produksi susu pada sebuah peternakan sapi perah. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menyusun strategi mitigasi emisi GRK dari

aktivitas produksi susu di peternakan sapi perah sekaligus menyusun strategi efisiensi sumber daya misalnya air, energi dan bahan pakan yang digunakan dalam aktivitas produksi susu.

2. METODOLOGI

Penelitian berlangsung antara bulan Nopember – Desember 2016. Penelitian dilakukan di sebuah peternakan sapi perah yang berlokasi di Desa Sukoharjo, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati. Data primer terkait aktivitas di peternakan sapi perah diperoleh melalui metode wawancara dan observasi. Data sekunder diperoleh melalui studi pustaka misalnya metode perhitungan jejak karbon dan konstanta-konstanta yang diperlukan untuk menghitung jejak karbon diperoleh dari *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006*. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif secara bersama-sama (*mixed method*).

Untuk mengidentifikasi semua bahan dan kegiatan yang berkontribusi terhadap daur hidup produksi susu digunakan pendekatan analisis daur hidup (*life cycle assessment*). Lingkup penelitiandapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lingkup penelitian

Produk akhir susu dinyatakan dalam satuan *fat and protein corrected milk* (FPCM) dengan metode pengkonversian berdasarkan rumus dari Gerber dkk., (2010) sebagaimana dapat dilihat pada persamaan (1). Emisi GRK pada studi ini dinyatakan dalam satuan $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{tahun}$ sedangkan jejak karbon dinyatakan dalam satuan $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{kg FPCM}$.

$$\text{FPCM (kg)} = \text{susu segar (kg)} \times \{0,337 + (0,116 \times \% \text{ lemak}) + (0,06 \times \% \text{ protein})\} \quad (1)$$

Emisi GRK pembakaran bahan bakar fosil untuk aktivitas pengangkutan (transportasi) pakan ternak (hijauan, ampas tahu dan ampas ketela) maupun pengangkutan produk susu dihitung dengan persamaan (2). Konsumsi energi adalah banyaknya bahan bakar yang digunakan untuk kegiatan transportasi pakan ternak maupun produk dinyatakan dalam liter/tahun. Kandungan energi adalah

kandungan energi bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor untuk kegiatan transportasi dinyatakan dalam mega joule (MJ)/liter. $EF_{transport}$ adalah faktor emisi pembakaran bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor untuk kegiatan transportasi dinyatakan dalam $kgCO_{2eq}/MJ$.

$$\text{Emisi GRK}_{transport} = \text{Konsumsi bahan bakar} \times \text{Kandungan energi} \times EF_{transport} \quad (2)$$

Emisi GRK dari aktivitas penyediaan listrik dihitung dengan persamaan (3). Listrik digunakan untuk penerangan kandang dan pengoperasian pompa air. Besarnya pemakaian listrik yang digunakan untuk aktivitas produksi susu dinyatakan dalam watt.jam/tahun. $EF_{listrik}$ adalah faktor emisi pembakaran bahan bakar yang digunakan untuk aktivitas pembangkit listrik dinyatakan dalam $kgCO_{2eq}/watt.jam$.

$$\text{Emisi GRK}_{listrik} = \text{Pemakaian listrik (watt.jam/tahun)} \times EF_{listrik} \quad (3)$$

Sebagian susu yang dihasilkan di peternakan dijual dalam bentuk segar sementara sisanya dijual dalam bentuk susu pasteurisasi. Emisi GRK dari pembakaran biogas untuk proses pasteurisasi dihitung dengan persamaan (4). V_{bio} adalah volume biogas yang digunakan untuk proses pasteurisasi susu dinyatakan dalam $m^3/tahun$. $Densitas_{bio}$ adalah massa jenis biogas dinyatakan dalam kg/m^3 . EF_{bio} adalah faktor emisi pembakaran biogas dinyatakan dalam $kgCO_{2eq}/kg$ GRK.

$$\text{Emisi GRK}_{bio} = V_{bio} \times Densitas_{bio} \times EF_{bio} \quad (4)$$

Emisi GRK dari pengelolaan limbah ternak (*manure*) dengan menggunakan sistem anaerob (*digester*) dihitung berdasarkan metode dari IPCC tier 2 (2006) sebagaimana dapat dilihat pada persamaan (5). Faktor emisi dihitung dengan menggunakan Persamaan (6).

$$\text{Emisi GRK}_{manure} = N \times EF_{manure} \times GWP_{CH_4} \quad (5)$$

$$EF_{manure} = (VS \times 365) \left[B_0 \times 0,67(kg/m^3) \times \frac{MCF}{100} \times MS \right] \quad (6)$$

N adalah jumlah sapi perah yang diternakkan dinyatakan dalam satuan ekor. EF_{manure} adalah faktor emisi CH_4 dari pengelolaan manure dinyatakan dalam $kgCH_4/ekor/tahun$. GWP_{CH_4} adalah *global warming potential* CH_4 yaitu potensi CH_4 dalam menyebabkan pemanasan global dinyatakan dalam $kgCO_{2eq}/kg$ CH_4 . VS adalah *volatile solid* yaitu padatan dalam limbah ternak yang dapat dikonversi menjadi biogas dinyatakan dalam kg padatan kering/ekor/hari. 365 adalah jumlah hari dalam satu tahun. B_0 adalah jumlah maksimum CH_4 yang dapat dihasilkan dari limbah dinyatakan dalam m^3 CH_4/kg VS yang diproduksi. 0,67 adalah faktor konversi m^3CH_4 menjadi kg CH_4 . MCF adalah *methane conversion factor* yaitu faktor konversi CH_4 untuk sistem pengelolaan tertentu. MS adalah fraksi limbah sapi perah yang mengalami proses anaerob.

Emisi GRK dari fermentasi enterik sapi perah dihitung dengan mengikuti persamaan (7) sedangkan faktor emisi dihitung dengan menggunakan Persamaan (8).

$$\text{Emisi GRK}_{enterik} = N \times EF_{enterik} \times GWP_{CH_4} \quad (7)$$

$$\text{Faktor emisi} = (GE \times \frac{Y_m}{100} \times 365) / 55,65 \quad (8)$$

$EF_{enterik}$ adalah faktor emisi CH_4 dari fermentasi enterik dinyatakan dalam $kgCH_4/ekor/tahun$. GE adalah *gross energy* atau energi bruto dinyatakan dalam $MJ/hari$. Y_m adalah faktor konversi CH_4 . 55,65 adalah konstanta kandungan energi CH_4 .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Profil Peternakan Sapi Perah

Peternakan sapi perah yang menjadi objek penelitian ini terletak di Desa Sukoharjo, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati dengan jumlah ternak sebanyak 15 ekor sapi perah dengan perincian 9 ekor induk laktasi, 2 ekor pejantan, 1 ekor dara dan 3 ekor anakan. Produksi susu rata-rata 1 ekor induk laktasi yaitu 8 liter/hari dengan harga jual susu segar di tingkat peternak Rp. 10 ribu/liter. Susu segar yang diproduksi diperkirakan mencapai 27.121 kg/tahun atau setara dengan 26.253 kg FPCM.

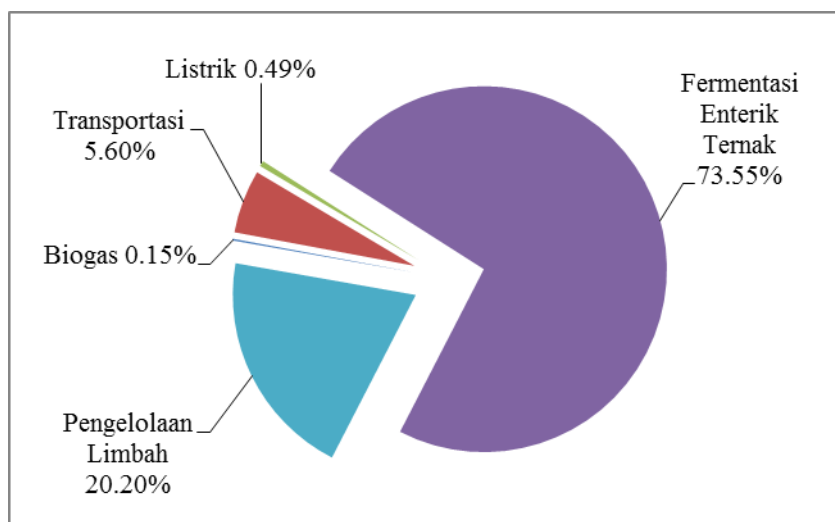
3.2. Jejak Karbon

Berdasarkan hasil perhitungan sebagaimana terlihat pada Tabel 1, jejak karbon produksi susu sebesar 0,862 kgCO_{2eq}/kg FPCM yang berarti untuk memproduksi 1 kg FPCM susu akan dihasilkan emisi GRK sebesar 0,862 kgCO_{2eq}. Berbagai studi menunjukkan bahwa nilai jejak karbon produksi susu berkisar antara 0,75 – 1,5 kgCO_{2eq}/kg FPCM (Thoma dkk., 2013). Besarnya nilai GRK yang dihasilkan pada sektor tertentu berbanding lurus dengan besarnya jejak karbon pada sektor tersebut.

Tabel 1. Nilai emisi gas rumah kaca dan jejak karbon

Sumber emisi	Emisi GRK (kgCO _{2eq} /tahun)	Jejak karbon kgCO _{2eq} /kg FPCM
Transportasi	1.269,8	0,048
Penggunaan listrik	111,3	0,004
Penggunaan biogas	35,0	0,001
Fermentasi enterik ternak	16.668,8	0,635
Pengelolaan limbah	4579,1	0,174
Total	22664,0	0,862

Dibandingkan dengan sektor-sektor lain, fermentasi enterik memberikan kontribusi jejak karbon yang sangat dominan (73,55%) diikuti oleh sektor pengelolaan limbah (20,20%) (Gambar 2). Dominannya kontribusi fermentasi enterik dan pengelolaan limbah terhadap jejak karbon produksi susu juga ditemui pada studi yang dilakukan oleh Thoma dkk (2013).



Gambar 2. Persentase jejak karbon produksi susu tiap sektor

3.2.1. Transportasi

Jenis GRK yang dominan dihasilkan dari sektor transportasi adalah CO₂ dengan kontribusi 97,5% diikuti dengan N₂O 1,5% dan CH₄ 1%. Besarnya emisi CO₂ disebabkan aktivitas utama pada sektor ini adalah penggunaan energi fosil untuk bahan bakar kendaraan bermotor. Aktivitas yang paling banyak menghasilkan emisi GRK adalah transportasi produk susu yaitu sebesar 1194

kgCO_{2eq}/tahun atau mencapai 94% dari total emisi GRK di sektor transportasi. Sekitar 60% populasi sapi perah di Kabupaten Pati berada di Desa Sukoharjo, Kecamatan Margorejo. Produk yang dihasilkan dipasarkan hingga ke kecamatan-kecamatan lain misalnya Kecamatan Juwana yang berjarak 15 kilometer dari lokasi peternakan. Transportasi pakan ternak hanya menghasilkan emisi GRK yang relatif kecil, hal ini disebabkan jarak yang ditempuh untuk memperoleh pakan ternak tidak terlalu jauh.

3.2.2. Penggunaan Listrik

Emisi penggunaan listrik berasal dari kegiatan peternak yang membutuhkan energi listrik yaitu untuk keperluan penerangan kandang dan pengoperasian pompa air. Emisi GRK dari penyediaan listrik untuk pengoperasian pompa air sebesar 59,92 kgCO_{2eq}/tahun, sedikit lebih tinggi dibandingkan emisi GRK yang berasal dari penyediaan listrik untuk penerangan kandang yaitu sebesar 51,36 kgCO_{2eq}. Kebutuhan air di peternakan sapi perah cukup besar dan digunakan untuk keperluan menyediakan air minum ternak, memandikan ternak dan menjaga sanitasi kandang. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pompa air dinyalakan selama 1 jam perhari untuk memperoleh air yang berasal dari sumur dangkal. Dari hasil perhitungan dapat diperkirakan kebutuhan air mencapai 2,1 m³/hari. Untuk kebutuhan penerangan, dipasang 2 buah lampu dengan daya masing-masing 10 watt yang dinyalakan selama 12 jam.

3.2.3. Penggunaan biogas

Emisi GRK dari pembakaran biogas memberikan kontribusi terkecil dibandingkan emisi GRK dari sektor-sektor yang lain. Penggunaan biogas untuk energi pemanasan susu mampu mengurangi beban biaya produksi untuk pembelian bahan bakar. Sebelum menggunakan biogas, peternak menggunakan LPG untuk memanaskan susu sebanyak 6 tabung LPG ukuran 3 kg per tahun. Kebutuhan energi untuk pemanasan susu tidak terlalu banyak karena hanya sebagian susu yang mengalami proses pemanasan sedangkan sisanya dijual dalam bentuk susu segar. Rendahnya emisi GRK dari penggunaan biogas juga disebabkan karakteristik biogas yang tergolong bahan bakar yang rendah emisi.

3.2.4. Fermentasi Enterik Ternak

Fermentasi enterik merupakan proses dekomposisi senyawa organik pakan oleh bakteri metanogenesis melalui proses anaerob yang terjadi dalam sistem pencernaan hewan ruminansia (memamah biak) termasuk diantaranya adalah sapi perah. Studi yang dilakukan oleh Pramulyandi (2015) menunjukkan jejak karbon dari fermentasi enterik di peternakan sapi perah di Pengalengan sebesar 0,49 kgCO_{2eq}/kg FPCM yang berarti lebih rendah dari hasil penelitian di Kabupaten Pati ini. Perbedaan nilai jejak karbon tersebut diduga berkaitan dengan produktivitas sapi perah dalam menghasilkan susu. Produksi susu tiap ekor induk laktasi sapi perah di Pengalengan sebanyak 16 liter/hari atau dua kali lipat dari produksi susu sapi di Kabupaten Pati yang hanya mencapai 8 liter/hari.

Menurut Haryanto & Thalib (2009), kualitas bahan pakan dan iklim berpengaruh terhadap produktivitas sapi perah dalam menghasilkan susu dan besarnya emisi fermentasi enterik sapi perah. Perbedaan suhu lingkungan antara Pengalengan dengan Pati diduga juga berkontribusi terhadap nilai fermentasi enterik yang dihasilkan. Pengalengan beriklim lebih dingin dengan suhu berkisar antara 12-28°C sedangkan Kabupaten Pati yang terletak di daerah pantai utara Pulau Jawa memiliki suhu lingkungan yang lebih panas yaitu berkisar antara 24-39°C.

3.2.5. Pengelolaan Limbah

Limbah ternak yang dihasilkan pada peternakan sapi perah di lokasi penelitian dikelola dengan sistem anaerob dengan menggunakan teknologi biogas (sistem digester) dengan volume digester 18m³. Penggunaan teknologi biogas dapat mengurangi emisi GRK pada sistem pengelolaan limbah ternak. Dibandingkan dengan kondisi *baseline* (tier 1), penggunaan teknologi biogas mampu mengurangi terjadi emisi GRK sebesar 42,6%. Apabila nilai emisi GRK dihitung dengan menggunakan *tier 2* maka teknologi biogas dapat dikategorikan sebagai sistem pengolahan limbah yang rendah emisi. Berdasarkan nilai MCF, sistem digester memiliki nilai MCF yang relatif rendah (10%) dibandingkan sistem *lagoon* (MCF 80%) dan *slurry* (MCF 80%). *Methane*

conversion factor (MCF) merupakan faktor konversi yang menggambarkan besarnya emisi CH₄ yang dihasilkan akibat penggunaan suatu sistem pengelolaan limbah.

Nilai MCF sistem digester lebih tinggi dibandingkan nilai MCF sistem pengelolaan limbah ternak yang dominan terjadi pada kondisi aerob misalnya sistem tumpuk kering (MCF 2%) dan tebar harian (MCF 1%). Namun sistem digester memiliki beberapa kelebihan antara lain yaitu mampu menghasilkan energi yang berkelanjutan dan mengeliminir bakteri patogen yang terkandung dalam limbah ternak serta mengurangi munculnya bau (Al Seadi dkk., 2008; Avery dkk., 2014).

4. KESIMPULAN

Nilai jejak karbon produksi susu pada peternakan sapi perah rakyat sebesar 0,862 kgCO₂e/kg FPCM susu. Dibandingkan dengan sektor-sektor penyumbang emisi GRK yang lain, fermentasi enterik dan pengelolaan limbah memberikan kontribusi yang sangat dominan. Oleh karena itu, untuk menurunkan jejak karbon dari aktivitas produksi susu maka upaya mitigasi emisi GRK lebih difokuskan pada upaya menurunkan emisi GRK di sektor fermentasi enterik dan pengelolaan limbah. Pemanfaatan teknologi biogas memberikan kontribusi yang cukup signifikan untuk menurunkan jejak karbon produksi susu terutama pada sektor pengelolaan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Seadi, T., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., Janssen, R., (2008), *Biogas Handbook*, University of Southern Denmark, Esbjerg.
- Avery, L.M., Anchang, K.Y., Tumwesige, V., Strachan, N., and Goude, P.J., (2014), Potential for Pathogen Reduction in Anaerobic Digestion and Biogas Generation in Sub-Saharan Africa. *Biomass and Bioenergy*, 70, pp. 112-124.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementrian Pertanian, 2016, *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2016*, Jakarta
- Dourmad, J., Rigolot, C., and van der Werf, H., 2008, Emission of Greenhouse Gas: Developing Management and Animal Farming Systems to Assist Mitigation, *Livestock and Global Change Conference Proceeding*, Tunisia.
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., Henderson, B., and Steinfeld, H., (2010), *Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector: A Life Cycle Assessment*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Haryanto, B., dan Thalib, A., (2009), Emisi Metana dari Fermentasi Enterik: Kontribusinya Secara Nasional dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya Pada Ternak. *Wartazoa*, pp. 157-165
- International Finance Corporation (IFC), 2011, *Dairy Industry Development in Indonesia*, Jakarta
- IPCC, (2006), *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama.
- Pramulyandi, T., (2015), *Analisis Jejak Karbon Produksi Susu Pada Industri Peternakan Sapi Perah Sistem Koperasi (Studi Kasus di KPBS Pengalengan)*, Universitas Padjadjaran, Bandung
- Thoma, G., Popp, J., Nutter, D., Shonnard, D., Ulrich, R., Matlock, M., Kim D.S., Neiderman, Z., Kemper, N., East, C., and Adom, F., (2013), Greenhouse Gas Emissions From Milk Production and Consumption in the United States: a Cradle-to-grave Life Cycle Assessment Circa 2008. *International Dairy Journal*, 31, pp. S3-S14