

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Pati, yang terletak di Provinsi Jawa Tengah, membentang pada koordinat 100°50' hingga 111°15' BT dan 6°25' hingga 7°00' LS dengan ketinggian wilayah bervariasi antara permukaan laut hingga seribu meter. Secara administratif, wilayah ini terbagi ke dalam 21 kecamatan dengan total luas 150.368 hektare, yang meliputi sekitar 59.332 hektare lahan sawah, 66.086 hektare lahan tegalan atau kebun, dan 24.950 hektare lahan non-produktif (BPS Kabupaten Pati, 2019). Kabupaten Pati dibatasi menjadi 4 bagian, yaitu:

- Utara : Kabupaten Jepara dan Laut Jawa
- Barat : Kabupaten dan Kabupaten Jepara
- Selatan : Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Blora
- Timur : Kabupaten Rembang dan Laut Jawa

Kondisi alam yang subur membuat Pati berpotensi besar di sektor pertanian maupun peternakan. Berdasarkan data terbaru, populasi ternak besar mencapai 120.469 ekor yang terdiri dari sapi potong, sapi perah, dan kerbau, sedangkan ternak kecil seperti kambing, babi, dan domba tercatat sebanyak 263.118 ekor. Populasi unggas mendominasi dengan jumlah sekitar 1.442.147 ekor (BPS Kabupaten Pati, 2022).

1.2. Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca (GRK) meliputi metana (CH_4), hidrofluorokarbon (HFC), dinitrogen oksida (N_2O), perfluorokarbon (PFC), karbon dioksida (CO_2), serta sulfur heksafluorida (SF_6). Menurut IPCC (2006), sumber emisi GRK dikelompokkan ke dalam enam kategori utama: proses industri, sektor energi, kegiatan pertanian, kehutanan, pengelolaan limbah, serta pemakaian pelarut dan produk terkait (IPCC, 2006). Jenis gas rumah kaca dan nilai potensi pemanasan global tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Global Warming Potensial (GWP) (IPCC, 2006)

Jenis Gas	Rumus Kimia	Nilai GWP		
		Second Assessment Report (AR2)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assesment Report (AR5)
Karbon-dioksida	CO ₂	1	1	1
Metana	CH ₄	21	25	28
Dinitrogen oksida	N ₂ O	310	298	265

1.3. Pemanasan Global

Fenomena pemanasan global menjadi persoalan lingkungan yang signifikan dewasa ini. Peningkatan aktivitas pertanian dan peternakan, diikuti oleh pertumbuhan limbah serta naiknya emisi metana, menjadi salah satu faktor pemicu. Sektor pertanian merupakan sumber emisi terbesar kedua sesudah bahan bakar fosil, dengan metana menempati peringkat kedua sebagai GRK terbanyak secara global, menyumbang sekitar 20 persen emisi (Kumas & Akyuz, 2023).

Gas-gas yang secara alami mampu menahan panas di atmosfer di antaranya uap air, karbondioksida, metana, ozon, dan dinitrogen oksida. Sementara itu, gas rumah kaca yang berasal langsung dari aktivitas manusia termasuk hidroklorofluorokarbon, perfluorokarbon, dan sulfur heksafluorida (Piers et al., 2007). Dampak nyata dari peningkatan GRK meliputi mencairnya es di kutub, naiknya permukaan air laut, meluasnya wilayah gurun, perubahan pola curah hujan, pergeseran habitat satwa, serta penurunan keanekaragaman flora dan fauna (Rahmadania, 2022).

SEKOLAH PASCASARJANA

1.4. Emisi Subsektor Peternakan

Dalam subsektor peternakan, peningkatan populasi ternak berdampak langsung pada kenaikan produksi limbah kotoran yang berpotensi memengaruhi kualitas lingkungan melalui emisi GRK. Peternakan menghasilkan metana, karbondioksida, dan dinitrogen oksida dalam jumlah signifikan, dengan metana dan

N_2O menjadi dua komponen utama. Ruminansia dikenal sebagai penyumbang emisi terbesar dalam kategori ternak (Giamouri et al., 2023).

Secara global, sektor peternakan diperkirakan menyumbang 14,5% dari total emisi antropogenik, dengan kontribusi 50% untuk metana, 24% untuk dinitrogen oksida, dan 26% untuk karbon dioksida. Emisi ini timbul secara langsung melalui aktivitas pemeliharaan ternak, fermentasi enterik, manajemen kotoran, dan konsumsi energi; sedangkan emisi tidak langsung bersumber dari pakan serta alih fungsi lahan (Cheng et al., 2022). Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa gas metana dihasilkan melalui proses fermentasi enterik maupun pengolahan kotoran ternak, sedangkan dinitrogen oksida umumnya muncul dari penanganan limbah ruminansia (Moss et al., 2000).

Beberapa faktor yang memengaruhi produksi metana antara lain tingkat konsumsi pakan, jenis dan mutu hijauan, serta kondisi suhu lingkungan. Suhu yang lebih tinggi cenderung menekan pembentukan metana, sedangkan tingginya kandungan serat serta bahan organik pada pakan juga turut memengaruhi (Shibata & Terada, 2010).

1.5. Biogas

Biogas sendiri merupakan gas bahan bakar yang dihasilkan dari proses dekomposisi material organik oleh bakteri anaerob di dalam reaktor tertutup (digester). Komposisi biogas umumnya terdiri atas metana, karbon dioksida, hidrogen sulfida, nitrogen, sedikit hidrogen, uap air, dan unsur gas lain dalam kadar yang bervariasi tergantung bahan baku yang digunakan. Pemanfaatan biogas menjadi salah satu solusi dalam penanganan limbah organik, termasuk limbah ternak, sampah rumah tangga, residu pertanian, serta limbah organik perkotaan, sehingga dapat membantu mengurangi beban pencemaran dan potensi gangguan kesehatan akibat patogen (Caetano et al., 2022).

Emisi metana secara langsung umumnya dilepaskan dari kotoran segar, sementara emisi CO_2 dan N_2O muncul selama fase penyimpanan limbah. Pada pupuk

kering, emisi lebih dominan berupa N_2O dengan sedikit metana, yang seringkali dapat diabaikan dalam perhitungan total emisi. Dalam konteks teknologi biogas, perhatian utama tertuju pada pengendalian pelepasan metana dan karbon dioksida selama proses penyimpanan dan pengolahan.

1.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi acuan dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Berikut ini adalah tabulasi kajian terdahulu yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Penelitian yang Relevan

No.	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Estimation of greenhouse gas emission and global warming potential of livestock sector: Lake District, Turkiye (Kazım Kumaş and li Akyüz, 2023)	Perhitungan emisi dengan metode IPCC 2006 Tier-1	Jumlah CH_4 yang dihitung berdasarkan pengelolaan pupuk kandang adalah 22.450 ton. Jumlah emisi CH_4 yang setara dengan CO_2 akibat pengelolaan kotoran dan fermentasi enterik dihitung sebesar 33.380.500 ton. Total emisi N_2O langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak sebesar 12.566,10 ton. emisi CO_2 yang berasal dari emisi N_2O diperoleh sebesar 555.743,46 ton.
2.	Inventarisasi emisi gas rumah kaca (CH_4 dan N_2O) dari sektor peternakan sapi dengan metode Tier-1 IPCC di Kabupaten Muaro Jambi	Perhitungan emisi dengan metode IPCC 2006 Tier-1	Emisi gas CH_4 dari fermentasi enterik 1,1227 Gg CH_4 /tahun, Emisi CH_4 dari Pengelolaan kotoran 0,0239 Gg CH_4 /tahun, emisi N_2O langsung dari pengelolaan kotoran 465,85 Kg N_2O /tahun dan emisi N_2O

No.	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3.	(Syarifuddin, Rahman Sy, dan Devitriano, 2019) Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Sektor Peternakan Tahun 2016 di Provinsi Sulawesi Tengah (Ishak, Takdir, dan Wardi, 2019).	GRK dari peternakan dihitung dengan menggunakan Software ALU Tool yang merujuk pada IPCC 2006 Tier-1	tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak 69,88 Kg N ₂ O/tahun. Provinsi Sulawesi Tengah memberikan sumbangan emisi GRK sebesar 633,178 CO ₂ -e Gg/tahun. Sapi potong sebagai menyumbang emisi GRK Fermentasi Enterik CH ₄ sebesar 483,9 (Gg CO ₂ -e) atau sebanyak 76,42 %, diikuti oleh kambing dalam bentuk N ₂ O sebesar 108,428 (Gg CO ₂ e) atau setara dengan 17,12 %.
4.	Estimasi Emisi Metana dari Fermentasi Enterik Terhadap Potensi Pemanasan Global pada Sektor Peternakan Sapi Perah di Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat (Ardiansyah dan Permadi, 2022)	Estimasi emisi metana dari fermentasi enterik menggunakan pedoman acuan IPCC tahun 2019 dengan menggunakan tier 1 dan tier 2	Hasil perhitungan tier 1 menunjukkan emisi CH ₄ dari fermentasi enterik yang paling tinggi adalah Desa Sukajaya sebesar 8,0939 Gg CO ₂ -eq/tahun dan yang paling rendah adalah Desa Pangerwangi sebesar 0,7057 Gg CO ₂ eq/tahun. Hasil perhitungan tier 2 menunjukkan emisi yang paling tinggi adalah Desa Sukajaya sebesar 4,8231 Gg CO ₂ -eq/tahun.

SEKOLAH PASCASARJANA