

No: 051 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

No: 052 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA  
SEKTOR PETERNAKAN DI KABUPATEN  
GROBOGAN**



**Disusun Oleh:**

<b>Adynda Suci Kusma</b>	<b>21080122120001</b>
<b>Nur 'Azizah</b>	<b>21080122120029</b>

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2026**

**HALAMAN JUDUL**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA  
SEKTOR PETERNAKAN DI KABUPATEN  
GROBOGAN**



**Disusun Oleh:**

<b>Adynda Suci Kusma</b>	<b>21080122120001</b>
<b>Nur 'Azizah</b>	<b>21080122120029</b>

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2026**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Adynda suci kusma  
NIM : 21080122120001  
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip  
Judul Skripsi : Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Peternakan di Kabupaten Grobogan

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

Pembimbing I:

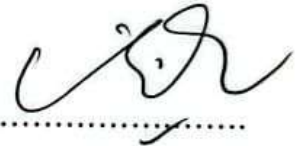
Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.  
197805142005011001



.....

Pembimbing II:


Ir. Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc., Ph.D. IPU  
197803032010122001



.....

Ketua Penguji:

Dr.Eng. Ir. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM  
199203242019031016



.....


Anggota Penguji:

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.  
197208302000031001



.....

Semarang, 30 April 2026  
Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Undip  
Ketua



Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.  
NIP. 197208302000031001

## HALAMAN PENGESAHAN

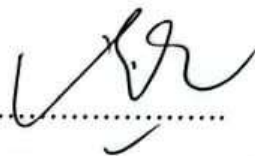
Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : Nur 'Azizah  
NIM : 21080122120029  
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip  
Judul Skripsi : Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Peternakan di Kabupaten Grobogan

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

Pembimbing I:

Ir. Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc., Ph.D. IPU

197803032010122001

  
.....

Pembimbing II:

Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.

197805142005011001

  
.....

Ketua Penguji:

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.


197208302000031001

  
.....

Anggota Penguji:

Dr.Eng. Ir. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM

199203242019031016

  
.....

Semarang, 30 April 2026  
Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Undip  
Ketua

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.  
NIP. 197208302000031001



## ABSTRAK

Sektor peternakan memiliki kontribusi signifikan terhadap emisi Gas Rumah Kaca (GRK), khususnya gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan gas dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) yang berasal dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi beban emisi GRK di Kabupaten Grobogan, khususnya di Kecamatan Gabus, Karangrayung, dan Pulokulon, melakukan pemetaan sebaran emisi secara spasial, serta merencanakan upaya mitigasi teknis yang aplikatif. Metode perhitungan menggunakan standar IPCC Tier 2 dengan nilai *Global Warming Potential* (GWP) merujuk pada IPCC *Fifth Assessment Report* (AR5). Data spasial administrasi diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan diolah menggunakan perangkat lunak QGIS. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa tingginya kandungan serat pada pakan ternak serta sistem pengelolaan kotoran yang masih bersifat konvensional (terbuka) menjadi penyebab utama melonjaknya laju emisi. Serat yang tidak tercerna sempurna menjadi sumber energi bagi bakteri penghasil metana dalam kondisi anaerobik pada tumpukan kotoran. Sebagai solusi mitigasi, dirancang instalasi *digester* anaerobik (biogas) dengan volume galian total  $8,53 \text{ m}^3$ . Agar anggaran konstruksi efisien namun fungsi tetap maksimal, galian dilakukan sedalam 1,8 meter. Strategi ini dipilih agar biaya pekerjaan tetap masuk dalam kategori harga paling ekonomis (galian struktur 0–2 m), namun tetap mampu menciptakan kondisi kedap udara yang stabil untuk menangkap gas metana. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi Pemerintah Kabupaten Grobogan dalam upaya pengelolaan lingkungan yang lebih berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Emisi GRK, IPCC Tier 2, Metana, Digester Anaerobik, Kabupaten Grobogan.

## ABSTRACT

*The livestock sector contributes significantly to Greenhouse Gas (GHG) emissions, particularly methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) derived from enteric fermentation and manure management. This study aims to inventory GHG emission loads in Grobogan Regency, specifically in Gabus, Karangrayung, and Pulokulon Districts, perform spatial mapping of emission distribution, and design applicable technical mitigation strategies. The calculation method follows the IPCC Tier 2 standard, utilizing Global Warming Potential (GWP) values based on the IPCC Fifth Assessment Report (AR5). Administrative spatial data were obtained from the Geospatial Information Agency (BIG) and processed using QGIS software. Field observations indicate that high fiber content in livestock feed and conventional (open) manure management systems are the primary drivers of increased emission rates. Undigested fiber serves as an energy source for methanogenic bacteria under anaerobic conditions within manure piles. As a mitigation solution, an anaerobic digester (biogas) system was designed with a total excavation volume of 8.53 m<sup>3</sup>. To ensure budget efficiency while maintaining optimal functionality, the excavation depth was set at 1.8 meters. This strategy ensures that construction costs remain within the most economical category (0–2 m structural excavation) while effectively creating stable anaerobic conditions to capture methane gas. This research is intended to provide valuable input for the Grobogan Regency Government in promoting sustainable environmental management.*

**Keywords:** *GHG Emissions, IPCC Tier 2, Methane, Anaerobic Digester, Grobogan Regency.*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pemanasan global merupakan tantangan besar yang dihadapi dunia saat ini, dengan total GRK global mencapai 5,04 miliar ton CO<sub>2eq</sub> pada Februari tahun 2025 (Climate Chance, 2025). Laporan FAO (2022), pada sektor pangan menunjukkan bahwa sistem *agrifood* global menghasilkan sekitar 16.200 juta ton CO<sub>2eq</sub> per tahun dan hampir setengahnya berasal dari aktivitas petani dan peternak. Selanjutnya, FAO (2023), mencatat bahwa sektor peternakan sendiri menyumbang sekitar 6.200 Juta ton CO<sub>2eq</sub>/tahun atau 12% dari total emisi antropogenik global, dengan sapi potong dan sapi perah berkontribusi hingga 62%, terutama melalui emisi metana dari fermentasi enterik. Emisi langsung dari peternakan, termasuk fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak bertanggungjawab atas lebih dari 60% dari total emisi sektor ini, sementara sisanya berasal dari rantai pasok, produksi pakan, dan penggunaan energi. Temuan ini juga didukung oleh perencanaan Ghassemi Nejad *et al.*, (2024), yang menekankan bahwa ternak ruminansia merupakan sumber utama metana global, serta perencanaan Samal *et al.*, (2024), yang mengkonfirmasi kontribusi signifikan pengelolaan kotoran terhadap emisi CH<sub>4</sub> di Asia. Fakta-fakta ini menegaskan bahwa meskipun peternakan berperan penting dalam penyediaan protein ternak, sektor ini juga menjadi pendorong utama perubahan iklim, sehingga diperlukan transformasi menuju sistem produksi yang berkelanjutan dan rendah emisi.

Pemanasan global telah mendorong lahirnya berbagai regulasi internasional dan nasional untuk menekan GRK, termasuk dari sektor peternakan, yang dikenal sebagai penyumbang utama metana. Secara global, *Paris Agreement* (2015) mewajibkan setiap negara menyusun *Nationally Determined Contributions* (NDC) untuk menurunkan emisi. Sementara itu, *Global Methane Pledge* (2021) menargetkan pengurangan emisi metana sebesar 30% pada tahun 2030 dibandingkan dengan tingkat emisi tahun 2020, dengan fokus besar pada emisi dari ternak ruminansia. Negara Indonesia sebagai salah satu pihak, telah memperbaharui

komitmennya melalui *Enhanced NDC* (2022), dengan target pengurangan emisi sebesar 31,89% secara tidak bersyarat dan 43,20% dengan dukungan internasional pada tahun 2030. Upaya ini berada di bawah naungan Peraturan Presiden No. 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon serta strategi FOLU Net Sink 2030 (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 168/2022) yang menargetkan sektor kehutanan menjadi penyerap bersih hingga 140 juta ton CO<sub>2eq</sub> pada tahun 2030. Meskipun fokus kebijakan saat ini masih kuat pada sektor energi dan kehutanan, kontribusi signifikan sektor peternakan, terutama dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran sapi potong maupun sapi perah, menunjukkan pentingnya inovasi pakan rendah emisi, teknologi pengelolaan kotoran ternak, serta penerapan nilai ekonomi karbon di sektor pertanian sebagai bagian integral dari pencapaian target Indonesia menuju 2025–2030.

Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah, dengan populasi sapi potong mencapai lebih dari 200 ribu ekor (BPS Jateng, 2022), merupakan salah satu wilayah dengan potensi GRK yang cukup tinggi, khususnya dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak. Fermentasi enterik pada sapi menghasilkan metana, sedangkan kotoran yang tidak dikelola dengan baik berkontribusi pada pelepasan CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O merupakan dua gas dengan potensi pemanasan global yang jauh lebih besar dibandingkan CO<sub>2</sub> (FAO, 2023). Berbagai strategi mitigasi telah mulai diterapkan, antara lain perbaikan kualitas pakan dengan penambahan aditif anti metanogenik yang terbukti menurunkan produksi CH<sub>4</sub> pada ruminansia (Ningrat & Hellyward, 2024), serta pemanfaatan biogas reaktor untuk mengolah kotoran sapi menjadi energi terbarukan dan menghasilkan pupuk organik (Manullang, Sutaryo, & Kusdiyantini, 2023). Upaya ini tidak hanya efektif menekan emisi, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi kepada peternak. Implementasi mitigasi di Grobogan sejalan dengan komitmen Indonesia dalam *Enhanced Nationally Determined Contribution* (NDC) 2022, yang menargetkan penurunan emisi sebesar 31,89% tanpa syarat dan 43,20% dengan dukungan internasional pada 2030 (Government of Indonesia, 2022), serta diperkuat oleh Peraturan Presiden (Perpres) No. 98 Tahun 2021 tentang Nilai Ekonomi Karbon (Republic of Indonesia, 2021).

Kabupaten Grobogan memiliki luas wilayah sekitar 2.023,84 km<sup>2</sup>, menjadikannya Kabupaten terluas kedua di Provinsi Jawa Tengah setelah Cilacap (BPS, 2025). Dengan jumlah penduduk mencapai 1.506.374 jiwa dan kepadatan sekitar 751 jiwa/km<sup>2</sup> dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,44% (BPS, 2025), aktivitas pertanian dan peternakan mendominasi perekonomian daerah. Dari sisi lingkungan, Grobogan juga memiliki populasi sapi potong terbesar kedua di Jawa Tengah, dengan jumlah lebih dari 134.051 ekor (Disnakkeswan Jateng, 2023), serta berkontribusi signifikan terhadap populasi ternak kecil berupa kambing dan domba, yang merupakan bagian dari total 3,74 juta ekor kambing dan 2,29 juta ekor domba di tingkat provinsi (Disnakkeswan Jateng, 2023). Besarnya populasi ruminansia ini berkorelasi langsung dengan intensitas GRK, khususnya metana yang dihasilkan melalui proses fermentasi enterik serta dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) yang dilepaskan dari pengelolaan kotoran ternak. Sistem peternakan tradisional yang masih didominasi pakan hijau lokal serta keterbatasan fasilitas pengolahan kotoran meningkatkan potensi pelepasan emisi yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, Kabupaten Grobogan tidak hanya berperan sebagai pusat produksi protein ternak, tetapi juga menjadi titik kritis dalam pengendalian emisi GRK dari sektor peternakan di Jawa Tengah.

Selain ternak ruminansia menyumbang emisi GRK, ternak ayam buras juga dapat berkontribusi dengan populasi sebesar 28.138 ekor (Sensus Pertanian, 2023). Pengambilan ternak ruminansia dan monogastrik sebagai perbandingan dalam mengidentifikasi besaran emisi di sektor peternakan. Peternakan tradisional di Kabupaten Grobogan, dengan keterbatasan peternakan dan penggunaan pakan lokal tanpa penerapan teknologi rendah emisi, merupakan sumber emisi gas rumah kaca yang signifikan, terutama metana dari fermentasi enterik dan nitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) dari pengelolaan pupuk kandang (FAO, 2023; Samal *et al.*, 2024). Kegiatan-kegiatan ini tidak hanya berkontribusi terhadap pemanasan global, tetapi juga berdampak lokal, termasuk peningkatan suhu mikro, penurunan kualitas udara, dan risiko pencemaran air tanah dari kotoran ternak (EPA, 2023). Dalam kerangka target nasional, Indonesia menargetkan pengurangan gas rumah kaca tanpa syarat sebesar 31,89% dan pengurangan bersyarat sebesar 43,20% pada tahun 2030

melalui Rencana Pembangunan Nasional (NDC) yang disempurnakan, dan berupaya mencapai emisi nol bersih di sektor kehutanan dan tata guna lahan (UNFCCC, 2022). Penggunaan teknologi rendah emisi dalam peternakan dan pengelolaan limbah yang efektif merupakan langkah strategis untuk mendukung pencapaian tujuan mitigasi nasional.

Sektor Peternakan di Kabupaten Grobogan berkontribusi secara signifikan terhadap emisi GRK. Oleh karena itu, inventarisasi emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan dilakukan, dengan fokus pada fermentasi enterik ruminansia dan pengelolaan pupuk kandang ternak. Inventarisasi ini bertujuan untuk menentukan besarnya beban emisi dan menjadi dasar penyusunan peta distribusi emisi. Perhitungan emisi dilakukan menggunakan metode Tier 2 oleh IPCC 2006 & 2019, dengan mempertimbangkan karakteristik ternak, jenis pakan, dan sistem pengelolaan kotoran ternak di lokasi perencanaan. Hasilnya memberikan estimasi kuantitatif kontribusi masing-masing sumber terhadap total emisi dan menjadi dasar perencanaan mitigasi sektor peternakan di Kabupaten Grobogan.

Penyusunan inventarisasi emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan di Kabupaten Grobogan diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pemerintah dalam merumuskan strategi pengendalian emisi, pedoman bagi peternak dalam menerapkan praktik peternakan yang lebih ramah lingkungan, dan referensi bagi akademisi untuk studi banding dan perencanaan lebih lanjut. Hasil inventarisasi ini akan memungkinkan identifikasi prioritas mitigasi dan perencanaan intervensi yang lebih terarah di tingkat Kabupaten.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang melatarbelakangi perencanaan ini, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Peningkatan populasi sapi potong di Kabupaten Grobogan yang mencapai lebih dari 134.000 ekor pada tahun 2025 menyebabkan peningkatan emisi metana dari fermentasi enterik dan dinitrogen oksida ( $N_2O$ ) dari pengelolaan kotoran ternak.
2. Pertumbuhan jumlah peternak yang terus meningkat seiring dengan program pembinaan peternakan menambah tekanan pada ketersediaan lahan

dan pakan, sehingga meningkatkan potensi emisi GRK.

3. Penggunaan lahan peternakan yang terbatas di beberapa Kecamatan dapat menimbulkan area emisi intensif, yaitu lokasi dengan konsentrasi emisi GRK lebih tinggi dibandingkan wilayah sekitarnya.
4. Belum terdapat implementasi strategi pengendalian emisi GRK yang terintegrasi dan efektif khususnya di sektor peternakan di Kabupaten Grobogan, termasuk pemanfaatan teknologi pengelolaan kotoran ternak atau praktik pakan rendah metana.

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam perencanaan dilakukan pembahasan memiliki poin dan lingkup yang jelas. Masalah dalam perencanaan ini yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Wilayah studi yang diambil dalam perencanaan ini adalah sektor peternakan di Kabupaten Grobogan.
2. Beberapa spesies peternakan diambil tiga spesies tertinggi di Kabupaten Grobogan tahun 2020-2024
3. Inventarisasi emisi GRK menggunakan pedoman IPCC 2006 dan 2019 dengan menggunakan data-data dari perencanaan nasional terdahulu yang diperbaharui, pedoman lembaga Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Grobogan, serta data ril eksisting instansi terkait perencanaan.
4. Sumber emisi yang akan diinventarisasikan pada sektor peternakan adalah emisi GRK dari aktivitas fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak, berdasarkan konsep perhitungan IPCC 2006 dan 2019.
5. Beberapa parameter emisi GRK yang dianalisis yaitu  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ .

### **1.4 Perumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan dikaji dalam perencanaan ini meliputi:

1. Berapa beban emisi GRK yang dihasilkan dari sektor peternakan di Kabupaten Grobogan?
2. Bagaimana pemetaan sebaran emisi GRK berdasarkan sektor peternakan di Kabupaten Grobogan?
3. Apa strategi yang dilakukan untuk penurunan emisi GRK sektor peternakan

di Kabupaten Grobogan?

### **1.5 Perumusan Tujuan**

Rumusan Tujuan dari perencanaan ini adalah:

1. Menentukan besar beban emisi GRK berdasarkan sektor peternakan di Kabupaten Grobogan.
2. Memetakan sebaran emisi GRK berdasarkan sektor peternakan di Kabupaten Grobogan.
3. Menentukan strategi penurunan emisi GRK sektor peternakan di Kabupaten Grobogan.

### **1.6 Perumusan Manfaat**

Manfaat dari perencanaan ini meliputi:

1. Bagi Bidang Ilmu Pengetahuan
  - Memberikan referensi dalam pengendalian pencemaran udara di sektor peternakan.
  - Memberikan informasi pengaruh pencemaran udara dan pengaruhnya terhadap lingkungan.
  - Sebagai referensi untuk melaksanakan inventarisasi emisi dari sektor peternakan di perencanaan selanjutnya.
2. Bagi Pemerintah
  - Memberikan informasi terkait jumlah emisi yang dihasilkan oleh sektor peternakan di Kabupaten Grobogan.
  - Menyediakan inventarisasi dan strategi reduksi emisi gas rumah kaca di sektor peternakan sebagai bahan pertimbangan dalam upaya reduksi emisi gas rumah kaca di Kabupaten Grobogan.
  - Mengetahui lokasi-lokasi yang membutuhkan penanganan khusus terkait penyebaran emisi gas rumah kaca di Kabupaten Grobogan.
3. Bagi Peternak
  - Memberikan informasi kepada peternak terkait tingkat penyebaran emisi GRK yang dihasilkan oleh sektor peternakan di Kabupaten Grobogan.
  - Meningkatkan kualitas udara di Kabupaten Grobogan pada sektor peternakan serta pengurangan emisi gas rumah kaca.

- Mendorong masyarakat khususnya peternak dalam upaya pengendalian pencemaran dan meminimalkan dampak pencemaran udara.



## DAFTAR PUSTAKA

- AFRC (1995) *Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Response to Nutrients*. Wallingford, UK: CAB International. pp 159.
- Afridho, D., Dakhlan, A., Adhianto, K., & Qisthon, A. (2025). *Pendugaan Bobot Badan Kambing Jawarandu Jantan Melalui Ukuran-Ukuran Tubuh dengan Menggunakan Persamaan Linier dan Non Linier di Kecamatan Terbanggi Besar*. 9(3), 503–512.
- Aguerre M.J., Wattiaux M.A., Powell J.M., Broderick G.A., Arndt C. (2011) *Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on emission of methane, carbon dioxide, and ammonia, lactation performance, and manure excretion*. Journal of Dairy Science 94: 3081-3093.
- Agus, F. (Ed.). (2019). *Metode penilaian adaptasi dan inventarisasi gas rumah kaca sektor pertanian*. Badan Perencanaan dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. <https://repository.pertanian.go.id/items/9fd3845e-a126-471f-af7e-14ea5821cc4>
- Agsa, A. H. (2023). *Penyesuaian Penggunaan Rumus Schroorl untuk Mengestimasi Bobot Badan Sapi Bali Betina Umur Dua Tahun pada Peternakan Rakyat*.
- Airgas. (2024). *Safety Data Sheet: Nitrous Oxide*. Airgas.
- Aldrian, E., Karmini, M., & Budiman. (2011). *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia* (Issue 2).
- Amon B., Kryvoruchko V., Amon T., Zechmeister-Boltenstern S. (2006) *Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment*. Agriculture, Ecosystems & Environment 112: 153-162.
- Amon B., Kryvoruchko V., Fröhlich M., Amon T., Pöllinger A., Mösenbacher I., Hausleitner A. (2007) *Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow sistem for fattening pigs: Housing and manure storage*. Livestock Science 112: 199-207.
- Anifah, E. M., Rini, I. D. W. S., Hidayat, R., & Ridho, M. (2021). *Estimasi emisi gas rumah kaca (GRK) kegiatan pengelolaan sampah di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan*. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1), 17–33. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art2>
- A perspective on the significance of reporting climate change adaptation information to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. (2024). *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 24, 309–324. <https://doi.org/10.1007/s10784-024-09640-2>
- Aprilia Kusumastuti, D. (2015). *Respons Antibodi terhadap Penyakit Tetelo pada*

*Ayam yang Divaksin Tetelo dan Tetelo-Flu Burung.*

- Arifia, S. N., & Wartini, S. (2024). Assessing the implications of CBDR-RC principle implementation in Indonesia's NDC: A review of climate change mitigation. *International Journal of Sociology and Law*, 1(2), 76–94. <https://doi.org/10.62951/ijsl.v1i2.51>
- Artiningrum, T., & Havianto, C. A. (2021). Potensi emisi GRK dari sektor peternakan Desa Cicalong, Kabupaten Bandung Barat (2016–2021). *Geoplanart: Jurnal Ilmu Geografi dan Perencanaan Wilayah*, 8(2), 1–14. <https://journal.unwim.ac.id/index.php/geoplanart/article/view/355>
- Astuti, Widi., Kusumawardani, Yustika, Analisis Pencemaran Udara Dengan Box Model (Daya Tampung Beban Pencemar Udara) Studi Kasus Di Kota Tangerang, *Jurnal Neo Teknik* Vol 3. No. 1, Juni 2017, hal. 21-28
- Atmadja, S. S., Duchelle, A. E., De Sy, V., Selviana, V., Komalasari, M., Sills, E. O., & Angelsen, A. (2022). How do REDD+ projects contribute to the goals of the Paris Agreement? *Environmental Research Letters*, 17(4), 044038. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac5669>
- Aviessa, S. (2023). HUBUNGAN UKURAN TUBUH DENGAN PRODUKTIVITAS SAPI PERANAKAN ONGOLE (PO) DAN SAPI PERANAKAN FRISIAN HOLSTEIN (PFH) GADUHAN DI KOTA SEMARANG. *Fakultas Peternakan, Universitas Darul Ulum Islamic Center Sudirman GUPPI, Ungaran*, 2(4), 31–41.
- Azharhi, N. I., & Priguna, K. (2021). *Perencanaan reduksi emisi udara konvensional dan gas rumah kaca pada sektor pertanian di Kabupaten Grobogan*.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2025). *Data Historis Meteorologi untuk Kajian Kualitas Udara*. Jakarta: Pusat Layanan Data dan Informasi BMKG.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). (2022). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025–2029*. Kementerian PPN/Bappenas.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2022). *Populasi ternak besar dan kecil menurut Kabupaten/kota*. BPS Jateng. <https://jateng.bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Grobogan. (2024). Kabupaten Grobogan dalam Angka 2024. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Grobogan*, 44.
- Badan Pusat Statistik Kecamatan Karangrayung. (2024). *Kecamatan Karangrayung dalam Angka*.
- Badan Pusat Statistik Kecamatan Pulokulon. (2024). *Kecamatan Pulokulon dalam Angka*.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Tengah. (2025). Kabupaten Grobogan Dalam Angka 2025. Semarang: BPS Jawa Tengah.

- Badan Pusat Statistik Kecamatan Gabus. (2025). *Kecamatan Gabus dalam Angka*. Balai Perencanaan Agroklimat dan Hidrologi (Balitklimat). (2021). *Panduan Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pertanian dan Peternakan*. Badan Litbang Pertanian.
- Boymau, J. S., Nikolaus, T. T., Abdullah, M. S., Peternakan, F., Cendana, U. N., & Penfui, J. A. (2015). *SUBSTITUSI PAKAN KONSENTRAT DENGAN DAUN KABESAK PUTIH (Acacia leucophloea Roxb) TERHADAP KONSUMSI DAN KECERNAAN RANSUM*. 2(2), 164–169.
- BPS Kabupaten Grobogan. (2023). Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Pertanian 2023. *Sensus Pertanian*, 28.
- BPS Kabupaten Sragen. (2024). *Kabupaten Sragen dalam Angka 2024*.
- BPS Kecamatan Pulokulon. (2020). *BPS kecamatan Pulokulon dalam angka 2020*.
- BPS-Statistics Indonesia Blora Regency. (January 8, 2024). Hasil Pendataan Sensus Petanian 2023 Sub Sektor Peternakan. Retrieved on November 25, 2025, from <https://blorakab.bps.go.id/en/news/2024/01/08/255/hasil-pendataan-sensus-petanian-2023-sub-sektor-peternakan.html>
- Brown, I., Hindmarsh, K., & McGregor, R. (2002). *Dynamic Agriculture: Book Three* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- Budiman, A. W., Cahyadi, M., Pramono, A., Firdaus, M. Y., Azinuddin, Y. R., Prasetya, R. A., & Respati Saputra, S. P. (2017). Tubular Biogas digester berbahan Buis Beton: Desain Konseptual, Potensi dan Analisa Ekonomi. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 4(2), 33. <https://doi.org/10.26555/chemica.v4i2.8442>
- Buitrago, J. A. G. (2021). PRODUCTION OF DAIRY HEIFERS MANAGING OF THE POST-WEANING. *Research Assistant Professor. New Mexico State University. Department of Animal and Range Sciences. College of Agricultural, Consumers and Environment Sciences.*, 1–8.
- Canter, L. W. 1996. Environmental Impact Assessment. New York: Mc. Graw Hill.
- Cai Y., Chang S. X., Cheng Y. (2017) Greenhouse gas emissions from excreta patches of grazing animals and their mitigation strategies. *Earth-Science Reviews* 171: 44-57
- Clemens J., Trimborn M., Weiland P., Amon B. (2006) *Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112: 171-177.
- Climate Chance. (2025). *Global Sectoral Emissions Data – February 2025*. [Climate Chance Report].
- Clavijo, V., & Flórez, M. J. V. (2018). The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review. *Poultry Science*, 97(3), 1006–1021. <https://doi.org/10.3382/ps/pex359>

- Dendy H.Tjahjady. (2018). *Pedoman K3 Biogas*.
- Disnakan Kabupaten Grobogan. (2025). Laporan Pertumbuhan Jumlah Peternak di Kabupaten Grobogan. Grobogan: Dinas Peternakan dan Perikanan.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Grobogan. (2022). *Data kependudukan Kabupaten Grobogan tahun 2022*. Pemerintah Kabupaten Grobogan. <https://dispendukcapil.grobogan.go.id>
- Dinas Peternakan dan Kesehatan Ternak Provinsi Jawa Tengah. (2023). *Statistik peternakan Jawa Tengah tahun 2023*. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. <https://disnakkeswan.jatengprov.go.id>
- Djaja, I., Passali, D. A., & Yusuf, M. (2025). Estimasi Emisi GRK Sektor Peternakan di Lima Kecamatan di Kawasan Pengembangan Pertanian Kabupaten Merauke. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(3), 688–695. <https://doi.org/10.14710/jil.23.3.688-695>
- Doerfler, R. L., Lehermeier, C., Kliem, H., Möstl, E., & Bernhardt, H. (2016). Physiological and behavioral responses of dairy cattle to the introduction of robot scrapers. *Frontiers in Veterinary Science*, 3(NOV), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00106>
- DPMPTSP, & Grobogan, D. P. M. dan P. T. S. P. K. (2021). *Pengembangan Kawasan Peternakan di Desa Mojorebo Kecamatan Wirosari Kabupaten Grobogan*.
- EEA (2016) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2016. *Technical guidance to prepare national emission inventories*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2023). *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2021*. Washington, DC: EPA.
- EPA. (2024). *US Greenhouse Gas Inventory: Agriculture Sector*. Environmental Protection Agency.
- European Commission & United States. (2021). *Global Methane Pledge – Food and Agriculture Pathway*. <https://www.globalmethanepledge.org/annual-report/food-and-agriculture-pathway>
- FAO (2017) *Global Livestock Environmental Assessment Model v2.0*. Data reference year 2010. Revision 4, June 2017. Available at: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/gleam/docs/GLEAM\\_2.0\\_Model\\_description.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. FAO.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2023). Livestock solutions for climate change. Diakses dari <https://www.fao.org/family->

farming/detail/en/c/1634679/

- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Faluccci, A., & Tempio, G. (2022). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization (FAO).
- Ghaffari, M. H., Hammon, H. M., & Koch, C. (2025). Early rumen development in calves: Biological processes and nutritional strategies—A mini-review. *JDS Communications*, 6(3), 427–431. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2024-0702>
- Ghassemi Nejad, Jalil., Mun Su Ju., Jang Hoon Jo., Kyung Hwan Oh., and Hong Gu Lee. (2024). Advances in Methane Emission Estimation in Livestock: A Review of Data Collection Methods, Model Development and the Role of AI Technologies. *Animals*, 14(3), 435. <https://doi.org/10.3390/ani14030435>
- GHG Protocol. (2022). *Agricultural Guidance for Measuring and Reporting GHG Emissions*. Greenhouse Gas Protocol
- Ginting, S. P. (2005). SINKRONISASI DEGRADASI PROTEIN DAN ENERGI DALAM RUMEN UNTUK MEMAKSIMALKAN PRODUKSI PROTEIN MIKROBA. *WARTAZOA*, 15(1), 1–10.
- Global Research Alliance. (2018). *Tier 2 Methodologies for Livestock Greenhouse Gas Inventories*. Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases.
- Government of Indonesia. (2021). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 236.
- Government of Indonesia. (2022). *Enhanced nationally determined contribution of the Republic of Indonesia*. Ministry of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia. <https://share.google/9RaaYE3bMCL2P9WML>
- Guarino A., Fabbri C., Brambilla M., Valli L., Navarotto P. (2006) *Evaluation of simplified covering systems to reduce gaseous emissions from livestock manure storage*. *Transactions of the Asabe* 49: 737-747.
- Haase, M., Jochem, R., & Sonnemann, G. (2022). Multi-criteria decision analysis for prospective sustainability assessment—linking life cycle assessment and MCDA. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(3), 847–865. <https://doi.org/10.1007/s10098-022-02407-w>
- Hasana, M. P. (2022). *Strategi mitigasi gas rumah kaca di sektor peternakan sapi perah di Kecamatan Boyolali, Kabupaten Boyolali*.
- Hervani, A., & Ariani, M. (2019). Emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak di Yogyakarta: Inventarisasi. *Jurnal Perencanaan dan Pengembangan Pertanian Indonesia (JPI)*, 21(3), 319–326.

- <https://jpi.faterna.unand.ac.id/index.php/jpi/article/view/459>
- Heriyanto. (2025). Pengaruh Pemberian Pakan Fermentasi terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Sapi Potong. *Journal of Animal Husbandry*, 1(1), 1–6.
- Hetharia, C., & Kalami, M. (2021). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Minat Masyarakat Distrik Makbon Kabupaten Sorong Dalam Mengembangkan Ternak Sapi Bali *Analysis of Factors Affecting Community Interest in Makbon District , Sorong Regency in Developing Bali cattle*. 2(2), 48–53.
- Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., ... & Firkins, J. (2018). *Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production: A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions*. FAO Animal Production and Health Paper No. 177. FAO.
- Indrayani, I., & Andri, A. (2018). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Usaha Ternak Sapi Potong Di Desa Rejodadi Kecamatan Sitiung, Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of AnimalScience)*, 20(3), 151–159. <https://doi.org/10.32502/jsct.v10i2.4291>
- International Energy Agency (IEA). (2021). *World Energy Outlook 2021*. International Energy Agency.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4: Agriculture, forestry and other land use (AFOLU)*. IGES. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate Change 2021: Mitigation of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Karno, R. 2017. Hubungan Umur Dan Jenis Kelamin Terhadap Bobot Badan Sapi Bali di Kecamatan Donggo Kabupaten Bima. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Kaspar, H. F., & Tiedje, J. M. (1981). Dissimilatory reduction of nitrate and nitrite in the bovine rumen: Nitrous oxide production and effect of acetylene. *Applied and Environmental Microbiology*, 41(3), 705–709. <https://doi.org/10.1128/aem.41.3.705-709.1981>
- Kemendikbud. (2017). *Anatomi Dan Fisiologi Kementerian*.
- Kementerian Lingkungan Hidup.(2013).Buku I: Pedoman Umum Penyelenggaraan Inventarisasi Emisi GRK Nasional.Jakarta:Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2022). *Enhanced Nationally Determined Contribution (ENDC) Indonesia 2022*. KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2023). *Inventarisasi GRK Nasional Tahun 2023*. Jakarta: KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2024). *Laporan Inventarisasi*

- Gas Rumah Kaca (GRK) Nasional dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV) Tahun 2024*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, KLHK.
- Kanugrahan, S. P., & Hakam, D. F. (2023). Long-term scenarios of Indonesia power sector to achieve Nationally Determined Contribution (NDC) 2060. *Energies*, 16(12), 4719. <https://doi.org/10.3390/en16124719>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). *Determining sample size for research activities*. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Linde Gas. (2022). *Safety Data Sheet: Nitrous Oxide*. Linde. <https://www.linde-gas.com>
- Lintangrino, M. C. (2020). *Inventarisasi emisi gas rumah kaca pada sektor pertanian dan peternakan di Kota Surabaya*.
- Mackie, R. I., Kim, H., Kim, N. K., & Cann, I. (2024). Hydrogen production and hydrogen utilization in the rumen: key to mitigating enteric methane production. *Animal Bioscience*, 37(2), 323–336. <https://doi.org/10.5713/ab.23.0294>
- Madduppa, H., et al. (2022). Revisiting the role of international climate finance (ICF) towards achieving the nationally determined contribution (NDC) target: A case study of the Indonesian energy sector. *Environmental Science & Policy*, 131, 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.01.022>
- Mahmud, A., & Prima, A. (2021). Inventarisasi potensi emisi metana (CH<sub>4</sub>) pada peternakan sapi perah di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. *Livestock and Animal Research*, 19(3), 265. <https://doi.org/10.20961/lar.v19i3.50420>
- Mangino J., Bartram D., Brazy A. (2001) *Development of a Methane Conversion Factor to Estimate Emissions from Animal Waste Lagoons*. USEPA Technical Report, Washington, D. C.: Environmental Protection Agency. pp. 14
- Manullang, E., Sutaryo, & Kusdiyantini, E. (2023). *Analysis of Biomethane Production Potential and Mitigation of Biomethane Emissions from Pig Farms in North Sulawesi Province*. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 10(2), 279-292.
- Mardani, A., Zavadskas, E. K., Khalifah, Z., Zakuan, N., Jusoh, A., Nor, K. M., & Khoshnoudi, M. (2017). A review of multi-criteria decision-making applications to solve environmental problems. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(7), 5771–5798. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7701-9>
- Martin, S., López, A. M., Morales, M., Morales, I., Tejedor-junco, M. T., Corbera, J. A., Martin, S., López, A. M., Morales, M., Tejedor-junco, M. T., Alberto, J., Rumenotomy, C., & Morales, M. (2021). *Rumenotomy in small ruminants – a review*. 2119. <https://doi.org/10.1080/09712119.2021.1894156>

- Munira S, Nafiiu, L. O., & Tasse, A. M. (2016). Performans Ayam Kampung Super pada Pakan yang Disubstitusi Dedak Padi Fermentasi dengan Fermentor Berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis*, 3(2), 22–29. <https://doi.org/10.25077/jpi.13.3.199-204.2011>
- Matulaitis R., Juskiéné V., Juska R. (2015) *The effect of floating covers on gas emissions from liquid pig manure*. *Chilean Journal of Agricultural Research* 75: 232-238.
- Misselbrook T., Hunt J., Perazzolo F., Provolo G. (2016) *Greenhouse gas and ammonia emissions from slurry storage: impacts of temperature and potential mitigation through covering (pig slurry) or acidification (cattle slurry)*. *Journal of Environmental Quality* 45: 1520-1530.
- Morgavi, D. P., Martin, C., Jouany, J. P., & Ranilla, M. J. (2021). Methanogenesis in ruminants: From microbial ecology to mitigation strategies. *Animal Feed Science and Technology*, 279, 115020. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115020>
- Naibaho, E. (2024). Application of the SAW method in the decision support sistem for employee performance assessment. *JATILIMA Journal of Applied Science*, 6(3), 1186. <https://doi.org/10.54209/jatilima.v6i03.1186>
- Nasional, B. S. (2015). *Bibit kambing – Bagian 1 : Peranakan Etawah*.
- Nielsen D.A., Schramm A., Nielsen L.P., Revsbech N.P. (2013) *Seasonal methane oxidation potential in manure crusts*. *Applied and environmental microbiology* 79: 407-410.
- Ningrat, R. W. S., & Hellyward, J. (2024). *Strategi Mitigasi Emisi Metana Pada Ruminansia: Sebuah Tinjauan (Methane Emission Mitigation Strategies in Ruminants: A Review)*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 27(1), 38–50. <https://doi.org/10.22437/jiiip.v27i1.31316>
- NRC (1996) *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th Revised Ed. Washington, DC: The National Academies Press*.
- Nugroho, I. A., Rizqiana, S., & Syarifuddin, N. A. (2023). Performa Kambing Peranakan Etawah ( PE ) Jantan yang Memperoleh Suplementasi Urea Moringa Molasses Multinutrien Block ( UMMMB ) dalam Ransum. *Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat*, 3(1), 20–28.
- Nurhayati, I., & Widiawati, Y. (2017). *Emisi Gas Rumah Kaca dari Peternakan di Pulau Jawa yang Dihitung dengan Metode Tier-1 IPCC ( Greenhouse Gas Emissions from Livestock in Java Island Calculated by IPCC*. 292–300.
- Oke, H. (2025). *Journal of Animal Husbandry*. 1(2), 44–50.
- Paramitha, N. M. D., Hartanto, R., & Prima, A. (2025). *Hubungan antara Volume Ambing dan Ukuran Puting pada Kambing Sapera Laktasi terhadap Produksi Susu di Peternakan Rakyat Kota Semarang*. 7, 203–216

- Pardo G., Moral R., Aguilera E., del Prado A. (2015) *Gaseous emissions from management of solid waste: a sistematic review*. *Global change biology* 21: 1313-1327.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. 12 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca. Jakarta: KLHK.
- Pemerintah Kabupaten Grobogan. (2025). *Proposal Proyek Investasi Kabupaten Grobogan 2025*.
- Peraturan Daerah Kabupaten Grobogan No 12 Tahun 2021 (2021).
- Prayoga, A. D. (2025). *KORELASI ANTARA UKURAN TUBUH DENGAN BOBOT BADAN KAMBING KACANG DI KABUPATEN GROBOGAN*.
- Purnama, I., Irma, I., Rohayati, T., & Raisa, D. M. (2025). Analisis Tren Populasi Sapi dan Kerbau di Kabupaten Tanah Laut. *Tarjih Tropical Livestock Journal*, 5(2), 136–146. <https://doi.org/10.47030/trolija.v5i2.1021>
- Purwanti, A. I., Arifin, M., & A.Purnomoadi. (2014). *Hubungan antara lingkardada dengan bobot badan Kambing Jawarandu betina di kabupaten kendal*. 3(4), 606–611.
- Prabowo, S., Pranoto, P., & Budiastuti, S. (2023). Estimasi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari tempat pemrosesan akhir (TPA) di Jawa Tengah. *Bioeksperimen: Jurnal Perencanaan Biologi*, 5(1). <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v5i1.7983>
- Probowati, Y. R., Suryono, D., & Ramadhani, P. (2022). Proses nitrifikasi dan denitrifikasi pada lahan pertanian intensif serta implikasinya terhadap emisi N<sub>2</sub>O. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 24(2), 105–116.
- Puspito, S., et al. (2024). *Greenhouse gas emissions (GHG) estimation in the livestock sector: A case and synthesis for Indonesia*. *Journal of Animal Production (JAP)*, Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman. <https://jap.fapet.unsoed.ac.id/index.php/JAP/article/download/259/124>
- Putri, A. (2023). *Inventarisasi emisi N<sub>2</sub>O langsung dari kotoran ternak di Indonesia*. *Jurnal Peternakan Tropis*, 15(1), 33–48.
- Ramadhan, I., & Zaky, U. (2020). Method comparison analysis Simple Additive Weighting (SAW) with Weighted Product (WP) method in supporting the decision to accept new employees. *International Journal of Engineering Technology and Natural Sciences*, 2(1), 11–17. <https://doi.org/10.46923/ijets.v2i1.66>
- Ratnia, D. (2018). *INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA (CH<sub>4</sub> DAN N<sub>2</sub>O) DARI SEKTOR PETERNAKAN KABUPATEN SLEMAN BAGIAN SELATAN D.I YOGYAKARTA*.
- Republic of Indonesia. (2021). *Peraturan Presiden No. 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target NDC*.

Jakarta: Sekretariat Negara.

- Rochman, F., Prasetyo, E., & Nugroho, W. S. (2022). Peran mikroba metanogenik dalam proses fermentasi enterik pada ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu Peternakan Indonesia*, 24(2), 89–98.
- Ruslan. (2017). KONSUMSI NDF DAN ADF RUMPUT BENGGALA YANG DISUPLEMENTASIDAUN LAMTORO ATAU DAUN GAMAL PADA KAMBING KACANG. *Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar*.
- Sa'duddin, M. (2015). Inventarisasi Emisi untuk Pengendalian Pencemaran Udara. Bandung: Unpad Press.
- Safley L.M., Westerman P.W. (1990) *Psychrophilic Anaerobic Digestion of Animal Manure: Proposed Design Methodology*. *Biological Wastes* 34: 133-148.
- Samal, A., Sahu, S. K., Mishra, A., Mangaraj, P., Pani, S. K., & Beig, G. (2024). Assessment and Quantification of Methane Emission from Indian Livestock and Manure Management. *Aerosol and Air Quality Research*, 24, 230204. <https://doi.org/10.4209/aaqr.230204>
- Santoso, D. (2022). Analisis efektivitas kebijakan mitigasi emisi pada sektor pertanian Indonesia. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*, 3(2), 45–56.
- Saputra, R. (2019). *Inventarisasi emisi gas rumah kaca sektor peternakan di Indonesia tahun 2013–2017*.
- Satriawan, M. W., Ashari, M., Gifari, Z. Al, & Andriati, R. (2024). *STUDI PERFORMA PRODUKSI KAMBING KACANG LEPAS SAPIH DI DAERAH PERLADANGAN DI KECAMATAN BAYAN KABUPATEN LOMBOK UTARA (Study Production Performance of Weaned Kacang Goats in an Agricultural Area in Bayan District North Lombok Regency)*. 157–162. <https://doi.org/10.25047/animpro.2023.564>
- Saunois, M., Stavert, A. R., Poulter, B., Bousquet, P., Canadell, J. G., Jackson, R. B., ... & Zhuang, Q. (2020). The Global Methane Budget 2000–2017. *Earth Sistem Science Data*, 12(3), 1561–1623. <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>
- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. John Wiley & Sons.
- Seran, S. S., Henong, S. B., Semiun, O. E., & Pattiraja, A. H. (2022). Analisis pencemaran udara di simpangan bersinyal menggunakan box model (studi kasus simpang bersinyal jl. Frans seda). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9295-9305.
- Setiabudi, H. (2016). *Pedoman Teknis Pengembangan Unit Pengolah Pupuk Organik (Uppo)*. 1–23.
- Setiawan, A., Nurhidayati, T., & Ramli, S. (2021). Pembentukan dan emisi

- dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) dari kotoran ternak melalui proses biologis di tanah tropis. *Jurnal Peternakan Tropika*, 9(2), 88–97.
- Skjaereth, J. B., Andresen, S., & Bang, G. (2021). The Paris Agreement and key actors' domestic climate policy mixes: comparative patterns. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 21, 59–73. <https://doi.org/10.1007/s10784-021-09531-w>
- Sholeh, M. F. B. A., Kustiawan, E., Kusuma, S. B., & Rukmi, D. L. (2023). *Studi performa penggemukan sapi di PT. Tunas Jaya Raya, Nganjuk, Jawa Timur*. 157–162. <https://doi.org/10.25047/animpro.2023.564>
- Silva, F. G., Carreira, E., Ramalho, J. M., Correia, T., Meira, M., Conceição, C., Silva, S. R., Pereira, A. M. F., & Cerqueira, J. L. (2024). Predicting Body Weight in Pre-Weaned Holstein–Friesian Calves Using Morphometric Measurements. *Animals*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/ani14142129>
- SNI 19-7030-2004. (2004). *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik*. 2–4.
- Sofiani, I. D. (2023). *Korelasi Bobot Badan Dengan Ukuran-Ukuran Tubuh Kambing PE (Peranakan Etawa) di Kabupaten Sumbawa Barat*.
- Sugiyono, (2017). *Metode Perencanaan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sunusi, M. Agung, Hermami, Aneng, Purwaningsih, Yuliasuti, & Setiawan, Antoni. (2022). *Pengukuran gas rumah kaca (GRK) pada lahan budidaya bawang merah*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/20752>
- Sudrajat, & Riyanti, L. (2019). Nutrisi Dan Pakan Ternak. *FEBS Letters*, 185(1), 4–8.
- Syakila, A., Takarina, N. D., Koestoer, R. H., & Moeliono, M. (2023). The role of social forestry in achieving NDC targets: Study cases of Lampung and DI Yogyakarta. *Forest and Society*, 7(2), 344–358. <https://doi.org/10.24259/FS.V7I2.23566>
- UNFCCC. (2015). Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*. United Nations Treaty Collection. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- Utrecht University; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. (2020). *Five years after the Paris Agreement: Large gap between promises and current implementation*. Utrecht University. <https://www.uu.nl/en/news/five-years-after-the-paris-agreement-large-gap-between-promises-and-current-implementation>
- VanderZaag A.C., Gordon R.J., Glass V.M., Jamieson R.C. (2008) *Floating covers*

- to reduce gas emissions from liquid manure storages: a review. Applied Engineering in Agriculture* 24: 657.
- VanderZaag A.C., Gordon R.J., Jamieson R.C., Burton D.L., Stratton G.W. (2009) *Gas emissions from straw covered liquid dairy manure during summer storage and autumn agitation. Transactions of the Asabe* 52: 599.
- Wahyono, T., Priyoatmojo, D., Handayani, T., Trinugraha, A. C., Kurniawan, W., & Sujarnoko, T. U. (2022). *Enteric methane from small ruminants in Indonesia for recent years: Tier-2 methods. Proceedings of the 2nd International Conference on Technology and Agricultural Product Processing (ITAPS 2021)*. Atlantis Press. <https://www.atlantispress.com/article/125972184.pdf>
- Webb J., Misselbrook T.H. (2004) *A mass-flow model of ammonia emissions from UK livestock production. Atmospheric environment* 38: 2163-2176.
- Widiawati, Y., Rofiq, M. N., & Tiesnamurti, B. (2016). *Methane emission factors for enteric fermentation in beef cattle using IPCC Tier-2 method in Indonesia. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner (JITV)*, 21(4), 160–171. <https://medpub.appertani.org/index.php/jitv/article/view/1358>
- Widyas, N., Pradista, L. A., Setiaji, R., Hapsari, R. D., & Prastowo, S. (2021). Revisiting the application of classical formulas to estimate Bali cattle's body weight based on body measurement variables. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 637(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012037>
- Wongkar, E. E. L. T. (2021). Achieving the Nationally Determined Contribution (NDC) in forestry sectors: Challenges for Indonesia. *IKAT: The Indonesian Journal of Southeast Asian Studies*, 5(1). <https://doi.org/10.22146/ikat.v5i1.64974>
- Zhang, H., Zhang, W., Wang, S., Zhu, Z., & Dong, H. (2023). Microbial composition play the leading role in volatile fatty acid production in the fermentation of different scale of corn stover with rumen fluid. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11(January), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1275454>
- Zhu, Y., Merbold, L., Leitner, S., Pelster, D. E., Okoma, S. A., Ngetich, F., Onyango, A. A., Pellikka, P., & Butterbach-Bahl, K. (2020). The effects of climate on decomposition of cattle, sheep and goat manure in Kenyan tropical pastures. *Plant and Soil*, 451(1–2), 325–343. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04528-x>