ESTIMASI EMISI GAS METANA(CH_4) DARI PROSES PENGOMPOSAN FESES BABI (*Sus scrofa domesticus*) MENGGUNAKAN *EFFECTIVE MICROORGANISM-4* (EM4)

SKRIPSI

PHILIPUS SIMAMORA
E10020102

FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS JAMBI
2024

ESTIMASI EMISI GAS METANA(CH_4) DARI PROSES PENGOMPOSAN FESES BABI (*Sus scrofa domesticus*) MENGGUNAKAN *EFFECTIVE MICROORGANISM-4* (EM4)

Philipus Simamora, di bawah bimbingan
Hutwan Syarifuddin[1]. Dodi Devitriano [2]

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi emisi gas metana (CH_4) dari proses pengomposan feses babi (*Sus scrofa domesticus*) dengan menggunakan *effective microorganism-4* (EM4). Penelitian dilaksanakan selama 21 hari, dimulai dari tanggal 24 Agustus 2023 hingga 13 September 2023, di Perumahan Mendalo Asri blok V007 RT 05 RW 07, Desa Mendalo Indah, Kecamatan Jambi Luar Kota. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari K0 (100% Feses babi), K1 (100% Feses babi + EM4 konsentrasi 5%), K2 (100% Feses babi + EM4 konsentrasi 10%), K3 (100% Feses babi + EM4 konsentrasi 15%), dan K4 (100% Feses babi + EM4 konsentrasi 20%). Peubah yang diamati meliputi suhu, kelembapan, pH, CH_4, dan penyusutan. Pengambilan data dilakukan setiap 3 hari dengan mengukur pH menggunakan pH meter, suhu dan kelembapan menggunakan termometer digital, serta gas metana dengan sensor MQ-4. Setelah 21 hari, dilakukan pengukuran penyusutan kompos. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa estimasi emisi gas metana (CH_4) dari proses pengomposan feses babi (*Sus scrofa domesticus*) paling efektif untuk mengurangi emisi gas metana (CH_4) adalah dengan menggunakan EM4 konsentrasi 10%. Penggunaan EM4 konsentrasi 10% menunjukkan penurunan sebesar 2.15 PPM dibandingkan dengan pengomposan tanpa menggunakan EM4.

Keterangan: 1) Pembimbing Utama
2) Pembimbing Pendamping

ESTIMASI EMISI GAS METANA(CH_4) DARI PROSES PENGOMPOSAN FESES BABI (*Sus scrofa domesticus*) MENGGUNAKAN *EFFECTIVE MICROORGANISM-4* (EM4)

OLEH:
PHILIPUS SIMAMORA
E10020102

Telah Diuji di Hadapan Tim Penguji
Pada Hari Senin, tanggal 15 Januari 2024, dan dinyatakan LULUS

Ketua	: Dr. Ir. Hutwan Syarifuddin, M.P.
Sekretaris	: Ir. Dodi Devitriano, M.P.
Anggota	: Dr. Ir. Rahmi Dianita, S.Pt., M.Sc. IPM
	: Dr. Ir. A Rahman SY., M.S.
	: Dr. Ir. Sri Arnita Abutani, M.S.

Menyetujui,
Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Hutwan Syarifuddin, M.P
NIP: 196711101993031005
Tanggal

Pembimbing Pendamping,

Ir. Dodi Devitriano, M.P.
NIP: 196510041993031005
Tanggal

Mengetahui:
Wakil Dekan BAKSI,

Prof. Dr. Ir. Syafwan, M.Sc
NIP: 196902071993031003
Tanggal

Ketua Jurusan Peternakan,

Dr. Bayu Rosadi, S,Pt., M.Si.
NIP: 197212101999031003
Tanggal 15/01/2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Estimasi emisi gas metana (CH_4) dari proses pengomposan feses babi (*Sus scrofa domesticus*) menggunakan *Effective Microorganism-4* (EM4)" adalah karya saya sendiri dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau kutipan dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulisan lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam bentuk daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

Jambi, Januari 2024

Philipus Simamora

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Doloksanggul 24 juli 2000, sebagai anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Ayah Drs. Linus Simamora dan Ibu Rosni Sinaga. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 173438 Bonan Dolok II pada tahun 2014, pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Sijamapolang pada tahun 2017, pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Sijamapolang dengan jurusan Matematika dan Ilmu Alam (MIA) pada tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis diterima sebagai mahasiswa program studi S1 Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Jambi melalui jalur SBMPTN. Pada tahun 2022 penulis menjadi Ketua umum di Program Penguatan Kapasitas Organisasi Kemahasiswaan (PPK ORMAWA) dan Program Inovasi Desa (Pro-Ide). Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) pengganti Magang pada Program Inovasi Desa (Pro-Ide) pada tahun 2022 di Desa Pudak, Kecamatan Kumpeh Ulu, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi. Skripsi ini merupakan persyaratan akademik untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada program Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Jambi.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian skripsi ini telah melibatkan banyak pihak. Skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu dengan segala kerendahan hati, izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Agus Budiansyah, M.S. selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
2. Prof. Dr. Ir. Syafwan, M.Sc. selaku Wakil Dekan I Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
3. Dr. Ir. Suparjo, M.P. selaku Wakil Dekan II Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
4. Dr. Drh. Fahmida, M.P. selaku Wakil Dekan III Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
5. Dr. Ir. Hutwan Syarifuddin, M.P. selaku pembimbing akademik dan sekaligus selaku pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu dan begitu sabar membimbing, memberikan masukan dan motivasi selama perkuliahan, dalam penelitian, penulisan, dan menyusun skripsi.
6. Ir. Dodi Devitriano, M.P. selaku pembimbing pendamping yang telah banyak meluangkan waktu dan begitu sabar membimbing dalam penelitian ini, penulisan, dan menyusun skripsi.
7. Orang tuaku yang terkasih dan tercinta yakni Ayah Drs. Linus Simamora dan Ibu Rosni Sinaga terima kasih atas segala perjuangan dan pengorbananmu selama ini, yang selalu memberi doa dengan penuh keikhlasan, kesabaran, melimpahkan seluruh kasih sayang, memberikan dorongan moral serta material dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

8. Dr. Ir. Rahmi Dianita, S.Pt., M.Sc. IPM., Dr. Ir. A. Rahman Sy, M.Sc., Dr. Ir. Sri Arnita Abu Tani, M.S. selaku tim evaluator yang telah banyak memberikan kritik dan saran kepada penulis dari mulai seminar proposal hingga penyusunan skripsi.
9. Dr. Ir. Sri Arnita Abu Tani, M.S. selaku pembimbing PPK ORMAWA dan Program Inovasi Desa (Pro-Ide) yang telah banyak meluangkan waktu dan begitu sabar membimbing.
10. Dr. Ir. Endri Musnandar, M.S. selaku pembimbing praktek kerja lapang yang telah meluangkan waktu membimbing untuk menyelesaikan penulisan laporan pembimbing praktek kerja lapang.
11. Kepada Bank Indonesia yang telah memberikan Beasiswa kepada penulis
12. Tercinta dan tersayang Kakak Agatha O A Simamora S.Mat, Adik-adik Alexcius S Simamora, Michael O Simamora, Regina N Simamora dan Seluruh keluarga penulis yang selalu sabar mendengar keluh kesah selalu memberikan dukungan serta doa nya selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
13. Yang terkasih Agnes Rotua Marbun serta sahabat Eriko Sitorus, Jantulus Simanungkalit, Arit, Cici F Purban, Arga, Benget Silaban, dan Simson nababan yang ada dalam suka duka dan penyemangat penulis menyelesaikan skripsi.
14. Kepada Tim Pro ide Desa Pudak yang penulis banggakan
15. Teman seperjuangan kelas A sampai E angkatan 2020 Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
16. Kepada KBM St. Maria Immaculata, Halak Hita Fapet, IMH-Jambi, GenBi Jambi, ISMAPETI Wilayah 1, Gita Buana Club, dan Kos V007 yang telah menjadi rumah berproses penulis.

Jambi, Januari 2024

Philipus Simamora

DAFTAR ISI

Halaman

PRAKATA ---------- i

DAFTAR ISI ---------- iii

DAFTAR GAMBAR ---------- iv

DAFTAR TABEL ---------- v

BAB I. PENDAHULUAN ---------- 1
1.1 Latar Belakang ---------- 1
1.2 Tujuan Penelitian ---------- 2
1.3 Manfaat Penelitian ---------- 2

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA ---------- 3
2.1 Emisi Gas Rumah Kaca ---------- 3
2.2 Produksi Gas Rumah Kaca dari Peternakan ---------- 3
2.3 Proses Pembentukan CH_4 ---------- 5
2.4 Limbah Feses Babi ---------- 7
2.5 Kompos ---------- 8

BAB III. MATERI DAN METODE ---------- 10
3.1 Tempat dan Waktu ---------- 10
3.2 Materi ---------- 10
3.3 Metode ---------- 10
3.3.1 Tahap Persiapan ---------- 11
3.3.2 Tahap Pembuatan ---------- 11
3.3.3 Tahap Pengamatan/ Pengukuran ---------- 11
3.4 Rancangan Penelitian ---------- 11
3.5 Peubah yang Diamati ---------- 12
3.5.1 Suhu ---------- 12
3.5.2 Kelembapan ---------- 12
3.5.3 pH ---------- 13
3.5.4 Gas Metana (CH_4) ---------- 13
3.5.5 Penyusutan ---------- 13
3.6 Analisis Data ---------- 14

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN ---------- 15
4.1 Suhu Pengomposan ---------- 15
4.2 Kelembapan ---------- 16
4.3 Derajat Keasaman (pH) ---------- 18
4.4 Gas Metana (CH_4) ---------- 20
4.5 Penyusutan Kompos ---------- 22

BAB V KESIMPULAN ---------- 23
5.1 Kesimpulan ---------- 23
5.2 Saran ---------- 23
DAFTAR PUSTAKA ---------- 24
LAMPIRAN ---------- 28

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1.Diagram alur pelaksanaan penelitian ---------- 10
2.Perubahan suhu pada proses pengomposan ---------- 15

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Emisi gas CH_4 dari enterik dan feses serta N2O dari feses ternak di Indonesia dihitung dengan metode Tier 1 pada tahun 2014 ---------- 4
2. Karakteristik pupuk kompos yang sesuai SNI 19-7030-2004 -------- 9
3. Rataan kelembapan dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan EM4 (%)---------- 17
4. Rataan derajat keasaman (pH) dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan EM4 (%) ---------- 18
5. Emisi gas metana (CH_4) dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan konsentrasi EM4 (%) ---------- 20
5. Penyusutan dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan konsentrasi EM4 (%) ---------- 22

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ternak babi merupakan salah satu produk peternakan yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2023, populasi babi di Indonesia pada tahun 2021 tercatat sebanyak 7,18 juta ekor, kemudian meningkat menjadi 7,28 juta ekor pada tahun 2022, terjadi peningkatan sebesar 1,42% (BPS, 2023). Industri babi dapat menawarkan manfaat yang besar sebagai penyedia protein hewani. Dalam mendukung industri peternakan babi, penanganan limbah khususnya feses harus ditangani secara tepat untuk mencegah pencemaran lingkungan. Pengelolaan feses babi yang tidak memadai dapat menyebabkan bau yang tidak sedap dari senyawa organik yang mudah menguap sehingga mengganggu masyarakat, pencemaran aliran air, udara, dan tanah. Selain itu, Madeira *et al*., (2021) menjelaskan feses babi yang tidak diolah dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca (GRK) yang menimbulkan terjadi pemanasan global.

Ternak babi termasuk ternak *hindgut fermenter*, yaitu ternak yang melakukan fermentasi terhadap pakan dibantu oleh mikroorganisme pada saluran pencernaan bagian belakang, semua H_2 yang berlebih muncul sebagai CH_4 dan dibuang melalui feses (Suarez-Belloch *et al*., 2013). Pengolahan feses ternak memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) dengan melibatkan beberapa kegiatan, seperti produksi biogas dan pembuatan kompos dari feses ternak (Syarifuddin *et al*., 2021) . Pembuatan kompos merupakan salah satu alternatif yang paling sederhana untuk mengurangi emisi GRK dari feses ternak. Setiyana *et al*., (2018) menyatakan bahwa pembuatan kompos dapat menurunkan emisi gas CH_4 sebesar 98,18% jika dibandingkan feses segar.

Proses pengomposan feses babi tetap menghasilkan emisi GRK berupa gas CH_4 karena kondisi anaerobik. Lamanya proses pengomposan berpotensi meningkatkan gas CH_4 yang dipancarkan, serta tingkat emisi yang kembali ke bumi. Salah satu cara sederhana untuk mengurangi emisi GRK kumulatif adalah dengan mengurangi waktu pengomposan (Philippe *et al*., 2007).

Feses babi dapat terdekomposisi dengan cepat apabila dibantu oleh mikroba antara lain bakteri asam laktat *Lactobacillus Sp,* bakteri fotosintetik serta *Streptomyces sp* (Ririn *et al*., 2022). *Effective Microorganism*-4 (EM4) merupakan salah satu aktivator yang dapat digunakan untuk mempercepat proses pengomposan dan memperbaiki kualitas tanah. EM4 mengandung sekitar 80 genus mikroba, dengan lima golongan utama, yaitu bakteri Fotosintetik, *Lactobacillus, sp., Saccharomyces, sp., Actinomycetes, sp*., dan Jamur Fermentasi (Widiada *et al.,* 2022).

Bakteri fotosintetik melalui fotosintesis dengan memanfaatkan karbon dioksida (CO_2), sehingga menghasilkan peningkatan kadar oksigen (O_2). Bakteri fotosintetik yang terdapat pada EM4 dapat mengurangi kandungan gas berbahaya seperti CH_4 dan CO_2 (Muslimin *et al.*, 2013). Penggunaan EM4 diharapkan dapat memberikan manfaat untuk mengurangi emisi gas CH_4, termasuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme pada substrat feses babi. Selain itu, EM4 dapat membantu dalam menstabilkan pH, mengurangi bau yang tidak sedap, dan mempercepat proses pengomposan. Namun, belum ada informasi terkait estimasi emisi gas metana (CH4) yang dihasilkan dari proses pengomposan feses babi dengan penambahan berbagai konsentrasi bioaktivator *effective microorganisms-4* (EM4).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui estimasi emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari proses pengomposan feses babi dengan penambahan berbagai konsentrasi bioaktivator *effective microorganisms-4* (EM4).

1.3 Manfaat Penelitian

Dapat memberi informasi tentang pengaruh penambahan berbagai konsentrasi bioaktivator *effective microorganisms-4* (EM4) terhadap emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari proses pengomposan feses babi.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Emisi Gas Rumah Kaca

Salah satu isu internasional yang akhir-akhir ini mendapat banyak perhatian dari berbagai kalangan yakni pemanasan global. Efek gas rumah kaca menekan pelepasan panas dan menyebabkan akumulasi gas rumah kaca di atmosfer sehingga menekan pantulan radiasi matahari (inframerah) dari permukaan ke angkasa (Utaminingsih dan Hidayah, 2019). Efek rumah kaca menyebabkan pemanasan global dan dapat menyebabkan perubahan iklim. Perubahan iklim adalah perubahan suhu, tekanan, angin, curah hujan dan kelembapan yang diakibatkan oleh pemanasan global (Suryati *et al*., 2007). Menurut pendapat Yulianingsih, dan Setyanto, (2016), efek rumah kaca merupakan fenomena yang terjadi secara alami yang memungkinkan kelangsungan hidup seluruh kehidupan di bumi.

Peningkatan gas rumah kaca di atmosfer disebabkan oleh aktivitas manusia di berbagai sektor seperti pertanian, energi, kehutanan, pengelolaan limbah, dan peternakan. Peternakan merupakan sektor yang berkontribusi terhadap peningkatan pemanasan global yang disebabkan oleh feses ternak (Ishak *et al.*, 2019). Sektor peternakan mengemisikan gas rumah kaca dalam jumlah besar ke atmosfer dalam bentuk CO_2, CH_4 dan N_2O. Emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan diperkirakan akan terus meningkat seiring meningkatnya permintaan pangan (Purnamasari *et al.,* 2019). Peningkatan disebabkan oleh penggunaan lahan marginal dan peningkatan konsumsi daging oleh masyarakat (Surmaini *et al*., 2015).

2.2 Produksi Gas Rumah Kaca dari Peternakan

Peternakan merupakan sektor yang berkontribusi terhadap peningkatan pemanasan global yang disebabkan oleh feses hewan dan pemanfaatan hewan ternak untuk kebutuhan protein hewani. Industri peternakan menghasilkan metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), karbon dioksida (CO_2) dan amonia yang menyebabkan hujan asam (Ishak *et al.*, 2019). Menurut penelitian Syarifuddin *et*

al., (2019), peternakan juga menyumbang gas rumah kaca seperti CH_4 dan N_2O yang dikeluarkan oleh produksi ternak menyebabkan pemanasan global. Emisi CH_4 dari fermentasi enterik sebesar 1,1227 Gg CH_4/tahun, emisi CH_4 dari pengelolaan pupuk sebesar 0,0239 Gg CH_4/tahun, emisi N_2O langsung dari pengelolaan pupuk sebesar 465,85 kg N_2O/tahun, dan N_2O tidak langsung dari pengelolaan pupuk sebesar 69,88 kg N_2O/tahun (Syarifuddin *et al*., 2019).

Tabel 1.Emisi gas CH_4 dari enterik dan feses serta N_2O dari feses ternak di Indonesia dihitung dengan metode Tier 1 pada tahun 2014.

Jenis ternak	CH_4 enterik	CH_4 kotoran	N_2O kotoran	Total
	$GgCO_2$-e/tahun			
Sapi potong	18,040	0,384	1,305	19,729
Sapi perah	0,966	0,491	0,089	1,547
Domba	1,509	0,045	0,636	2,190
Kambing	2,043	0,069	1,008	3,120
Kerbau	1,397	0,051	0,098	1,545
Kuda	0,167	0,015	0,094	0,276
Unggas	0,000	1,382	3,696	5,079
Babi	0,000	1,236	0,353	1,589

Sumber: Widiawati *et al*., (2016)

Gas rumah kaca seperti CO_2, CH_4 dan N_2O yang dikeluarkan oleh ternak berasal dari respirasi, fermentasi usus dan pengelolaan pupuk, dengan CH_4 dan N_2O memiliki potensi pemanasan global tertinggi. Baik ternak ruminansia dan non-ruminansia merupakan penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca ini, terhitung 12,67% dari total emisi GRK dari sumber ternak dengan nilai masing-masing untuk ternak ruminansia, babi dan unggas berkontribusi 5,45%, 3,97%, dan 3,25 (Zervas dan Tsiplakou, 2012).

Penguraian alami feses ternak akan melepaskan CH_4 ke atmosfer akibat penguraian bahan organik secara anaerobik. Emisi CH_4 terutama berasal dari feses babi (38%), sapi (21%) dan unggas (9%), dengan 30% lagi berupa N_20 dan CO_2 (Dabert *et al*., 2012). Hasil penelitian oleh Syarifuddin *et al*., (2021), menjelaskan

gas CH_4 yang dihasilkan ternak sangat bergantung pada jenis, umur, bobot, kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan kepada ternak.

2.3 Proses Pembentukan CH_4

CH_4 adalah salah satu dari gas rumah kaca yang cukup berbahaya dapat berasal dari sumber alamiah dan sumber yang diakibatkan oleh kegiatan manusia. Gas CH_4 dapat keluar secara alamiah dari permukaan bumi. Gas CH_4 mempunyai efek pemanasan 25 kali lebih kuat dibandingkan dengan gas CO_2. Gas ini tidak dapat terserap oleh klorofil tumbuh-tumbuhan sehingga lebih stabil di atmosfer dibandingkan gas CO_2 yang dapat terserap tanaman melalui proses fotosintesis (Nugraha *et al.*, 2013).

Gas CH_4 dihasilkan secara biologis oleh aktivitas mikroba yaitu aktivitas bakteri metanogen melalui penguraian atau pembusukan bahan-bahan organik yang terjadi pada lahan basah, lahan sawah dan fermentasi enterik pada ruminan. Gas CH_4 yang berasal dari tambang batubara dan kebocoran dalam sistem distribusi gas alam serta sumur minyak dan gas merupakan sumber antropogenik lainnya. Fluks gas CH_4 (30%) berasal dari sumber-sumber alami, sebagian besar merupakan lahan- lahan yang tergenang secara alami (Suprihati, 2007).

Metanogenesis didefinisikan sebagai proses pembentukan CH_4 (Kulkarni, 2010). Mikroorganisme metanogen merupakan mikroorganisme yang dapat melakukan proses pembentukan CH_4 secara alamiah (Cooper dan Ford, 2006). Proses digesti anaerobik merupakan pembentukan dari CH_4. Proses yang dilakukan oleh mikroorganisme anaerobik untuk mengkonversi padatan limbah menjadi CH_4 dan CO_2 dalam kondisi anaerobik (Mara, 2004). Secara rinci, proses dekomposisi anaerobik untuk menghasilkan CH_4 terbagi ke dalam empat fase yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis (Singh *et al.*, 2017)

Empat tahap proses transformasi bahan organik pada sistem anaerobik tersebut yaitu: hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis.

Hidrolisis merupakan tahapan yang meliputi proses degradasi bahan organik seperti lemak, protein, polisakarida dan lain-lain. Polisakarida dihidrolisis oleh enzim selulase dan enzim hemiselulase menjadi glukosa, protein dan lemak

dihidrolisis oleh enzim protease dan lipase menjadi asam amino dan asam lemak rantai panjang. Hidrolisis bahan organik diperlukan untuk mengkonversi bahan tersebut ke bentuk dan ukuran yang dapat melewati dinding sel mikroorganisme untuk digunakan sebagai sumber nutrisi atau energi (Nuraeni dan Purwanta, 2006). Beberapa contoh dari mikroorganisme hidrolitik adalah *Bacteriodes, Bifidobacterium, Clostridium, Lactobacillus* dan *Streptococcus* (Mara, 2004).

Asidogenesis merupakan proses oksidasi anaerob dari asam lemak dan alkohol pada proses fermentasi dari asam amino dan karbohidrat menjadi asam lemak bebas (*Volatile Fatty Acids*) yang berupa asam lemak rantai pendek (asam butirat, asam propionat dan asam laktat). Selama proses asidogenesis terjadi proses fermentasi molekul organik terlarut. Mikroorganisme anaerobik pembentuk asam-asam organik diantaranya adalah *Pseudomonas, Escherichia* dan *Acetobacter* (Zhuang, 2014). Pembentukan asam lemak rantai pendek oleh bakteri pembentuk asam dari glukosa sebagai berikut:

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ CH_3COOH + 2\ CO_2 + 4\ H_2$$

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + 2\ CO_2 + 2\ H_2$$

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ H_2 \rightarrow 2\ CH_3CH_2COOH + 2\ H_2O$$

Asetogenesis merupakan suatu tahapan dimana asam lemak (VFA) terdegradasi sempurna menjadi asam asetat, hidrogen dan gas karbon dioksida (Zhuang, 2014). Asam propionat akan diubah menjadi asam asetat oleh *Syintrophobacter wooni* dan asam butirat menjadi asam asetat oleh *Syintrophobacter wofei* menjadi asam asetat (Nuraeni and Purwanta, 2006) dengan reaksi berikut:

$$CH_3CH_2COOH\ + 2\ H_2O \rightarrow CH_3COOH + CO_2 + 3\ H_2$$

$$CH_3CH_2CH_2COOH + 2\ H_2O \rightarrow 2\ CH_3COOH + 2\ H_2$$

Metanogenesis merupakan tahapan terakhir yaitu proses konversi asam asetat menjadi CH_4 (asetonitril) dan konversi dari hidrogen menjadi CH_4 dengan memanfaatkan gas karbon dioksida (CO_2) (Capareda, 2013). Tahapan ini dilakukan beberapa reaksi yang dilakukan oleh mikroorganisme. Karakteristik tahap ini yang paling penting adalah hanya sedikit substrat yang digunakan sebagai sumber energi untuk mikroorganisme metanogen (Manurung, 2004). *Methanol metabolite* penting dalam proses dekomposer (Zhuang, 2014)..

(Kulkarni, 2010)melaporkan hasil metanogenesis melalui tiga jalur yang berbeda, yaitu jalur hidrogenotrof, asetonotrof, dan metilotrof.

Jalur hidrogenotrof atau pereduksi CO_2, CO_2 direduksi menjadi CH_4 oleh bakteri metanogen menggunakan elektron dari H_2 (Thauer *et al.*, 2008) dengan persamaan reaksi:

$$4\ H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2\ H_2O$$

Jalur asetonotrof dimana kelompok metil asetat direduksi menjadi CH_4 oleh bakteri metanogen menggunakan elektron yang berasal dari oksidasi gugus karbonil (Kotsyurbenko *et al.*, 2004) dengan persamaan reaksi:

$$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$$

Jalur metilotrof melibatkan oksidasi dari kelompok metil senyawa alkohol oleh bakteri metanogen untuk memberikan elektron agar dapat mereduksi menjadi CH_4 (Zhuang, 2014).

$$2\ CH_3OH \rightarrow CH_4 + CO_2$$

2.4 Limbah Feses Babi

Permintaan akan produk peternakan semakin meningkat, misalnya produksi daging global meningkat dari 70,4 juta ton pada tahun 2011 menjadi 332,3 juta ton pada tahun 2020 dan diperkirakan akan berlipat ganda pada tahun 2050 (Yan *et al.*, 2023*).* Sun *et al*., (2022) menjelaskan pada tahun 2018, ternak babi menyumbang 47,80% dari produksi daging global. Produksi babi yang tumbuh cepat membutuhkan lebih banyak pakan dan menghasilkan lebih banyak feses dan urine babi, yang dapat memperburuk dampak lingkungan dari produksi babi terhadap perubahan iklim global (Yan *et al.*, 2023). Sesuai pendapat Vechi *et al.*, (2022) Perubahan iklim dari peternakan babi berasal dari penyimpanan feses, dimana gas metana dihasilkan oleh degradasi anaerobik bubur yang terletak dibawah kandang dan tangki penyimpanan di luar kandang. Emisi gas metana dari peternakan babi biasanya didistribusi oleh fesesnya.

Feses dari peternakan babi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Penggunaan pupuk ini di peternakan babi seringkali membutuhkan penyimpanan jangka panjang, yang dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti produksi metana. Faktor-faktor seperti suhu feses, ventilasi kandang, pH feses, waktu

tinggal, jumlah, pakan ternak, dan residu feses dapat mempengaruhi jumlah metana yang dihasilkan selama penyimpanan.

Pengurangan bau dan pengelolaan pupuk kandang merupakan isu utama yang harus diperhatikan dalam peternakan babi untuk menjaga keseimbangan lingkungan dan keberlanjutan produksi (Andersen *et al*., 2015). Feses babi yang diproduksi di peternakan merupakan sumber daya yang berharga, karena dapat digunakan untuk produksi energi, terutama dalam bentuk metana (CH_4), dan sebagai pupuk tanaman karena kandungan nutrisinya yang tinggi, terutama nitrogen (N) dan fosfor (P) (Olafsdóttir *et al*., 2023). Kotoran babi berbentuk padat mengandung hara nitrogen (N) cukup tinggi sebesar 0,95%, fosfor (P) 0,35%, dan kalium (K) 0,40% (Ririn *et al*., 2022).

2.5 Kompos

Kompos merupakan hasil fermentasi atau dekomposisi dari bahan-bahan organik seperti tanaman, hewan, atau limbah organik lainnya. Kompos sebagai pupuk organik mempunyai fungsi untuk memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, dan meningkatkan daya ikat tanah terhadap unsur hara (Murbandono, 2008).

Proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama. Pembuatan kompos memerlukan waktu 2-3 bulan bahkan ada yang memerlukan waktu hingga 6-12 bulan tergantung dari bahan baku (Djuarnani *et al*., 2009). Tenggang waktu pembuatan pupuk organik yang relatif lama sementara kebutuhan pupuk yang terus meningkat memungkinkan terjadinya kekosongan ketersediaan pupuk. Oleh karena itu, telah banyak penelitian untuk mensiasati dan mempercepat proses pengomposan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan proses pengomposan dapat dipercepat menjadi 2-3 minggu atau 1-1,5 bulan tergantung pada bahan dasar yang digunakan (Sutanto, 2006).

Menurut Djuarnani *et al*., (2009) bahwa untuk menjamin kualitas kompos harus mengikuti standar mutu kompos yang digunakan di Indonesia yaitu SNI 19-7030-2004 yang berisi pengaturan mutu produk kompos sehingga dapat melindungi konsumen dan mencegah pencemaran lingkungan. Standar ini dapat

digunakan sebagai acuan bagi produsen kompos dalam memproduksi kompos. Karekteristik pupuk kompos yang sesuai SNI dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Karekteristik pupuk kompos yang sesuai SNI 19-7030- 2004

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar air	%	-	50
2	Temperatur	^{0}C	-	Suhu air tanah
3	Warna	-	-	kehitaman
4	Bau	-	-	Berbau tanah
5	pH	-	6,80	7,49
6	Bahan Organik	%	27	58
7	Karbon	%	9,80	32
8	Nitrogen	%	0,40	-
9	Phospor (P_2O_5)	%	0.10	-
10	C/N-rasio	-	10	20

Sumber : Standar Nasional Indonesia (2004)

BAB III
MATERI DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Mendalo Asri blok V007 RT 05 RW 07 Desa Mendalo Indah Kecamatan Jambi Luar Kota. Pada tanggal 24 Agustus 2023 sampai 13 September 2023.

3.2 Materi

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah thermometer digital merek *dongguan xintai co., Ltd* , pH meter merek *smart easy to use*, sensor MQ-4, battery, botol ukuran 500 ml, spuit ukuran 20 ml, sarung tangan (*hand scun*), kamera, tally sheet, alat tulis, lak ban, perekat, gunting, kertas label, timbang digital ketelitian 0,0 gr, corong plastik, gelas ukur 250 ml dan karung.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain Feses babi sekitar 20 kg dalam kondisi setengah kering ditandai dengan digenggam lalu dilepas tidak pecah atau tidak ada air yang menetes dari genggaman tangan yang diperoleh dari peternakan babi Pak Aseng di Pijoan, babi tersebut diberi makan ampas tahu dan dedak padi, EM-4 pertanian produksi PT. Songgolangit Persada, Molases, HC_3COOH (asam cuka) 25% dan air. Alat dan bahan pada penelitian ini dapat kita lihat pada gambar lampiran 1.

3.3 Metode

Dalam penelitian ini dibagi dalam 3 tahap yaitu: tahap persiapan, tahap pembuatan dan tahap pengamatan/ pengukuran.

Gambar 1. Diagram alur pelaksanaan penelitian

3.3 1 Tahap Persiapan

Persiapan bahan dan peralatan yang akan digunakan pada saat penelitian. Pertama kita aktifkan mikroba EM4 dengan menggunakan air dan molases/gula merah (Sundari *et al*., 2012), dengan ketentuan: konsentrasi EM4 5%, (5 ml EM4 + 5 ml molases + 90 ml air), konsentrasi EM4 10%, (10 ml EM4 + 5 ml molases + 85 ml air), konsentrasi EM 15%, (15 ml EM4 + 5 ml molases + 80 ml air) dan konsentrasi EM 20%, (20 ml EM4 + 5 ml molases + 75 ml air). Masing-masing campuran tersebut diaduk lalu diinkubasi dalam botol selama 3 jam (Yuniwati *et al.*, 2012). Feses dihomogenkan atau dicampur dalam karung. Pengaktifan EM4 dapat kita lihat pada lampiran 2.

3.3 2 Tahap Pembuatan

feses di timbang sebanyak 100 g lalu dimasukkan kedalam botol ukuran 500 ml. Setiap botol diberi label, dan kemudian diisi dengan EM-4 yang sudah diaktivasi pada tahap persiapan sesuai dengan perlakuan yang ditentukan. Botol kemudian ditutup rapat dan dikocok. Proses selanjutnya melibatkan fermentasi semi anaerob selama 21 hari. Tahap pembuatan dapat kita lihat pada gambar lampiran 3.

3.3 3 Tahap Pengamatan/ pengukuran

Proses fermentasi berlangsung selama 21 hari, sejalan dengan temuan Siburian, (2016) dan Widiada *et al.*, (2022) yang menunjukkan bahwa dekomposisi bahan organik dari limbah feses sapi dan limbah feses babi membutuhkan waktu berturut-turut selama 20 dan 21 hari dengan menggunakan bioaktivator EM4. Pengukuran pH, suhu, dan kelembapan dilakukan setiap 3 hari menggunakan pH meter dan termometer digital, sementara gas metan diukur menggunakan sensor MQ-4. Setelah 21 hari, dilakukan pengukuran penyusutan komposProses pengukuran dapat kita lihat pada gambar lampiran 4.

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Sebagai

perlakuan tingkatan konsentrasi EM4 pada fermentasi yang mana tiap perlakuan ditambah EM4 sebanyak 12,5 ml.

Perlakuan terdiri dari:

K0 : Feses babi 100 g

K1 : Feses babi 100 g + konsentrasi EM4 5%

K2 : Feses babi 100 g + konsentrasi EM4 10%

K3 : Feses babi 100 g + konsentrasi EM4 15 %

K4 : Feses babi 100 g + konsentrasi EM4 20 %

Dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, 5 x 4= 20 unit sampel. Dalam menentukan tata letak tiap unit perlakuan, dilakukan pengacakan. Masing-masing unit dibuat 2 kali sehingga total sampel dalam penelitian ini 40 unit sampel.

3.5 Peubah yang Diamati

Dalam penelitian ini peubah yang diamati yakni suhu, kelembapan, pH, Gas metana (CH_4), dan penyusutan feses.

3.5.1 Suhu Pengomposan

Pengukuran suhu pada sampel dilakukan setiap 3 hari selama 21 hari menggunakan Temperatur *Humidity Meter* (HTI). Pastikan bahwa HTI berada dalam kondisi baik dan telah dikalibrasi dengan benar, serta memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik. Tempatkan HTI di dekat area atau dalam botol fermentasi yang menjadi objek pengukuran suhu. HTI akan menampilkan suhu pada layar. Tekan tombol "H" untuk menghentikan alat dan catat suhu yang ditampilkan.

3.5.2 Kelembapan

Pengukuran kelembapan pada sampel dilakukan setiap 3 hari selama 21 hari menggunakan Temperatur Humidity Meter (HTI). Pastikan bahwa HTI berada dalam kondisi baik dan telah dikalibrasi dengan benar, serta memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik. Tempatkan HTI di dekat area atau dalam botol fermentasi yang menjadi objek pengukuran

kelembapan. HTI akan menampilkan kelembapan pada layar. Tekan tombol "H" untuk menghentikan alat dan catat kelembapan yang ditampilkan.

3.5.3 pH

Pengukuran pH pada sampel dilakukan setiap 3 hari selama 21 hari menggunakan pH meter digital khusus untuk tanah. Proses ini dimulai dengan menghidupkan pH meter, yang akan menampilkan nilai pH normal pada layar sekitar 7. Setelah itu, pH meter dikalibrasi dengan menggunakan asam cuka pH 5,2, diikuti dengan langkah pembersihan hingga tampilan kembali ke angka 7. Selanjutnya, pH meter dicelupkan ke dalam sampel, dibiarkan beberapa saat, dan nilai pH yang ditampilkan dicatat. Penting untuk mencatat bahwa setiap pengukuran pH harus diawali dengan proses kalibrasi untuk memastikan validitas data.

3.5.4 Gas metana (CH_4)

Pengukuran gas metana (CH4) pada sampel dilakukan setiap 3 hari selama 21 hari menggunakan sensor MQ-4. Prosedur ini melibatkan penempatan sensor MQ-4 ke dalam botol sampel, diikuti dengan menunggu sensor menghitung jumlah metana yang dihasilkan oleh sampel. Setelah alat berhenti berbunyi, hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar LCD dalam satuan PPM (*parts per million*). PPM digunakan sebagai satuan berdimensi yang berasal dari pecahan sangat kecil, seperti konsentrasi larutan atau kelimpahan partikel yang sangat kecil.

3.5.5 Penyusutan

Pengukuran penyusutan feses dilakukan setelah inkubasi selama 21 hari dengan menggunakan metode penimbangan berat awal dan berat akhir feses. Penyusutan feses dihitung dengan mengurangkan berat awal dari berat akhir, hasilnya dibagi oleh berat awal, dan dikalikan dengan 100%. Pendekatan ini sesuai dengan metode yang dilakukan oleh Saputri, (2023) untuk menghitung

penyusutan, yang melibatkan pengurangan berat awal dan berat akhir, dibagi oleh berat awal, dan hasilnya dikalikan dengan 100%.

$$\text{penyusutan} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \text{ X } 100\ \%$$

3.6 Analisis Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 5 perlakuan 4 ulangan. Analisis data menggunakan analisis ragam (Anova) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati. Model matematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah**:**

$$Y_{ij} = \mu_i + a_j + e_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : hasil pengamatan pada perlakuan ke i (1;2;3;4;5) dan ulangan ke j (1;2;3;4)

μ : nilai tengah umum

a_j : pengaruh perlakuan ke-i

e_{ij} : pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-$_i$ dan ulangan ke-j.

$_i$: Perlakuan EM4 (0%,5%,10%,15% dan 20%)

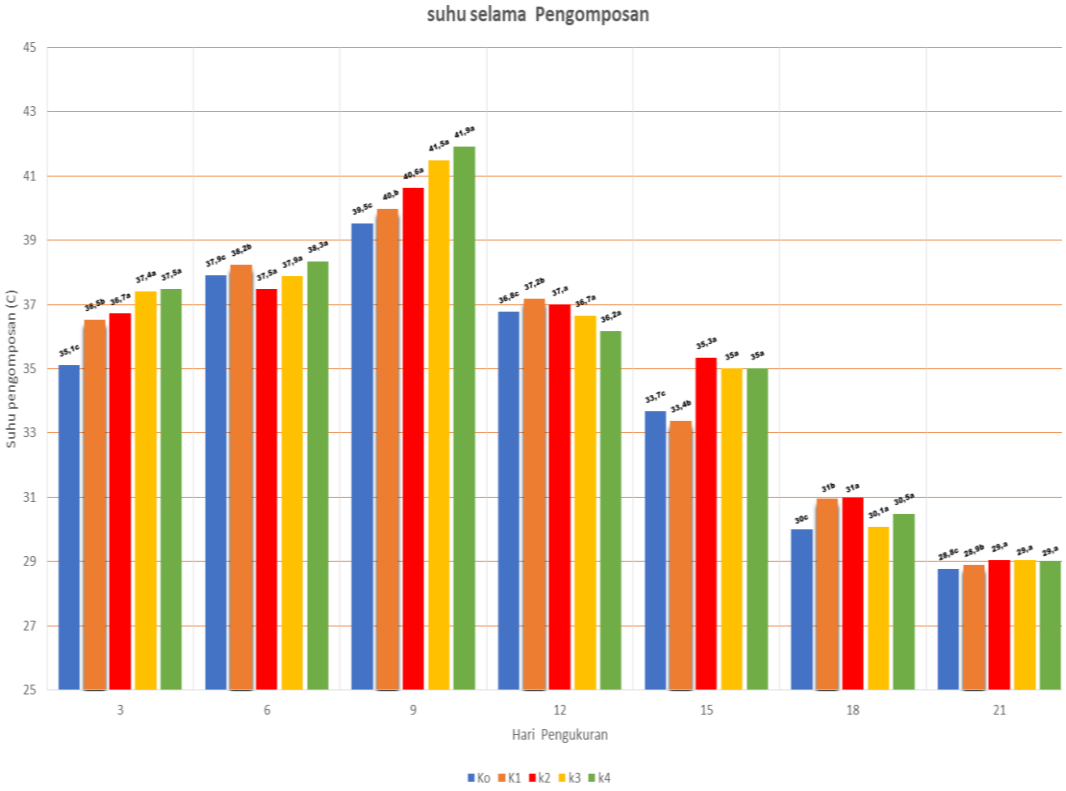
$_j$: Ulangan (1,2,3,dan 4)

Jika F hitung > F tabel pada taraf 5%, Maka akan dilanjutkan dengan uji DMRT (Steel & Torrie, 1995).

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Suhu Pengomposan

Pengamatan/pengukuran suhu pada pembuatan kompos sangat diperlukan, karena dapat menunjukkan terjadinya tahap-tahap pada proses pengomposan, menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan- bahan organik. Perubahan suhu pada proses pengomposan feses babi ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan suhu pada proses pengomposan

Dalam Gambar 2, terlihat bahwa penambahan EM4 berdampak signifikan pada suhu proses pengomposan feses babi (P<0,05). Hasil uji DMRT menunjukkan perbedaan suhu pengomposan antara perlakuan K0 dengan perlakuan lainnya, serta perbedaan antara perlakuan K1 dengan K2, K3, dan K4. Namun, tidak terdapat perbedaan antara perlakuan K2, K3, dan K4. Selama proses pengomposan, suhu kompos mengalami fluktuasi naik-turun hingga hari ke-21.

Pengukuran suhu pada hari ke-3 hingga ke-9 menunjukkan peningkatan drastis sebagai respons terhadap pemberian EM4.

Pada hari ke-9, suhu kompos mencapai puncaknya, dengan K0 mencapai 39,53ºC, K1 39,98ºC, K2 40,62ºC, K3 41,49ºC, dan K4 41,92ºC. Setelah hari ke-9 hingga hari ke-21, suhu secara bertahap menurun. Penurunan suhu ini disebabkan oleh berkurangnya bahan organik yang dapat diurai oleh mikroorganisme, menandakan bahwa kompos mulai mencapai tingkat kematangan (Amalia dan Widiyaningrum, 2016). Pada hari ke-21, suhu kompos stabil dengan K0 mencapai 28,78ºC, K1 28,89ºC, K2 29,04ºC, K3 29,04ºC, dan K4 29,01ºC.

Perubahan suhu dalam proses pengomposan feses babi ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme. Proses pengomposan melibatkan tiga tahap, yaitu fase mesofilik pada awal pembuatan kompos dengan suhu rendah, fase termofilik pada suhu tinggi untuk dekomposisi bahan organik, dan fase pendinginan atau pematangan kompos dengan suhu mendekati awal proses. Menurut Yuniwati *et al*., (2012), mikroorganisme pada fase termofilik (suhu 40-60°C) bertugas untuk mengurai karbohidrat dan protein, mempercepat degradasi bahan kompos. Sebagian besar bakteri metanogenik yang menghasilkan gas CH_4 adalah mesofilik dengan suhu optimum 30-40°C.

Pada penelitian ini, produksi gas CH_4 tertinggi terjadi pada hari ke-9 dengan suhu 39,63-42,92^{0}C. Yamane dan Sato, (1961) menyebutkan bahwa produksi CH_4 tertinggi terjadi pada suhu 40°C. Proses pengomposan menghasilkan reaksi yang mirip dengan fermentasi enterik jika suhu berkisar 38-40^{0}C. Selulosa dan hemiselulosa dalam feses diuraikan oleh mikroba melalui metanogenesis, menghasilkan CH_4 sebagai produk sampingan. Pada fase pendinginan, suhu akhir semua perlakuan mendekati atau sama dengan suhu awal kompos (30°C). Ini menunjukkan bahwa tumpukan kompos telah mencapai fase pendinginan dan matang. Pengukuran suhu pada hari ke-21 menunjukkan bahwa suhu akhir kompos sesuai dengan suhu tanah, yaitu <30°C.

4.2 Kelembapan

Kelembapan dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan konsentrasi EM4 (%) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan kelembapan dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan EM4 (%)

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	
K0	87,36	87,19	87,46	87,06	$87,27^{a}$ ±0,18
K1	86,36	85,88	86,27	86,75	$86,31^{b}$±0,36
K2	86,15	86,19	85,75	85,05	$85,79^{c}$±0,53
K3	85,92	85,35	85,53	85,99	$85,70^{c}$±0,31
K4	85,39	85,44	85,83	85,90	$85,64^{c}$±0,26

Keterangan : Superskrip dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P< 0,05).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukan bahwa perlakuan penambahan EM4 dalam pembuatan kompos berpengaruh nyata terhadap kelembapan kompos (P<0.05). Hasil uji DMRT diperoleh bahwa kelembapan pada perlakuan K0 berbeda dengan perlakuan lainnya, demikian juga perlakuan K1 berbeda dengan K2, K3 dan K4, tetapi pada perlakuan K2, K3 dan K4 tidak berbeda. Dalam penelitian ini rataan kelembapan proses pengomposan adalah kisaran 85,64– 87,27. Kelembapan yang terjadi selama proses pengomposan memiliki fluktuasi harian yang hampir sama. Kelembapan dalam penelitian ini cukup tinggi akibat aktivitas mikroorganisme. Kelembapan bahan kompos berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam pengomposan (Yenie, 2008).

kelembapan dalam proses pengomposan memiliki dampak yang signifikan terhadap produksi gas metana (CH_4), sebuah gas rumah kaca yang dapat mempengaruhi pemanasan global. Kelembapan optimum untuk pengomposan aerob berada dalam kisaran 50–60%. (Kusumawati, 2011). Jika kelembapan kurang dari 50%, proses pengomposan dapat melambat, sedangkan kelembapan lebih dari 60% dapat menyebabkan unsur hara tercuci dan oksigen dalam kompos berkurang.

Apabila kondisi kelembapan tinggi terjadi, aktivitas mikroorganisme aerob dapat mengalami penurunan, dan mikroorganisme anaerob mulai menggantikannya (Juanda *et al*., 2011). Dalam kondisi terlalu lembap, kandungan air dapat menutupi rongga udara di dalam tumpukan kompos. Hal ini mengakibatkan kekurangan oksigen bagi mikroorganisme aerobik, menyebabkan

penurunan aktivitas mereka sehingga, mikroorganisme anaerobik mulai mendominasi, menghasilkan gas metana (CH_4) sebagai produk sampingan.

Dampak lebih lanjut dari kelembapan tinggi dalam tumpukan kompos adalah terhambatnya proses dekomposisi (Juanda *et al*., 2011). Kondisi ini muncul karena kelembapan berlebihan menyulitkan pertukaran oksigen di dalam tumpukan, menghambat aktivitas mikroorganisme untuk medekomposer bahan organik. Akibatnya, mikroorganisme aerobik mati dan digantikan oleh mikroorganisme anaerobik yang memproduksi gas metana (CH_4). Penambahan EM4 dapat mengurangi kelembapan dalam proses pengomposan, sehingga menciptakan kondisi yang tidak mendukung perkembangan mikroorganisme anaerobik penghasil gas metana (CH_4)

4.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan konsentrasi EM4 (%) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Derajat Keasaman (pH) dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan EM4 (%)

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	
K0	6,21	6,30	6,59	6,79	$6,47^{b}\pm0,26$
K1	6,63	6,64	6,57	6,63	$6,62^{bcd}\pm0,03$
K2	6,89	6,81	6,81	6,83	$6,84^{a}\pm0,03$
K3	6,76	6,73	6,71	6,74	$6,74^{ac}\pm0,02$
K4	6,66	6,69	6,73	6,70	$6,69^{acd}\pm0,03$

Keterangan : Superskrip dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukan bahwa perlakuan penambahan EM4 dalam pembuatan kompos berpengaruh nyata terhadap pH kompos ($P<0.05$). Hasil uji DMRT diperoleh bahwa kelembapan pada perlakuan K0 berbeda dengan perlakuan lainnya, demikian juga perlakuan K1 berbeda dengan K2, perlakuan K2 relatif sama dengan perlakuan K3 dan K4. Rataan pH kompos adalah kisaran 6,47– 6,84. Derajat keasaman (pH) pengomposan dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu kelembapan, aerasi dan fluktuasi suhu pengomposan yang terkait dengan aktivitas mikroorganisme pengurai. Djuarnani *et al*., (2009) menyatakan bahwa perubahan pH menunjukan adanya aktivitas

mikroorganisme yang dapat mendegradasi bahan organik dan mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan mengubah bahan organik menjadi asam organik.

Pada proses selanjutnya, mikroorganisme akan mengkonversi asam organik yang terbentuk, sehingga bahan memiliki derajat asam yang tinggi mendekati netral. Dalam dekomposisi bahan organik akan terjadi proses amonifikasi yang menghasilkan ion OH- yang dapat menetralisir aktivitas ion H+ (Siregar *et al*., 2017), sehingga dapat memberi pengaruh pada pH kompos. Apabila nilai pH di bawah 6,5 maka aktifvitas bakteri metanogen akan menurun dan jika nilai pH di bawah 5,0, maka fermentasi akan terhenti (Khaerunnisa dan Rahmawati, 2013).

Penelitian ini menghasilkan nilai pH kompos yang berpengaruh terhadap tingkat emisi gas metana (CH_4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan EM4 konsentrasi 10% menghasilkan pH kompos pada kisaran 6,84 cenderung berhubungan dengan emisi CH4 yang lebih rendah, sementara tanpa penambahan EM4 memiliki pH kompos pada 6,47 berkorelasi dengan emisi CH_4 yang lebih tinggi. Pada nilai pH 6,84, diperkirakan bahwa kondisi lingkungan di dalam tumpukan kompos mendukung aktivitas mikroorganisme aerobik pada EM4 yang lebih stabil. Mikroorganisme aerobik, beroperasi dalam kondisi yang lebih oksigenasi, umumnya dikenal dapat mengurangi produksi CH_4.

Pada pH 6,47 yang lebih rendah, potensi aktivitas mikroorganisme anaerobik, termasuk bakteri metanogenik, dapat meningkat. Kondisi ini kemungkinan memicu peningkatan produksi CH_4 karena mikroorganisme ini aktif dalam kondisi anaerobik. Pada nilai pH yang sedikit lebih rendah, terdapat kecenderungan untuk meningkatkan emisi CH_4. Manajemen nilai pH dalam proses pengomposan menjadi salah satu kunci untuk mengoptimalkan produksi kompos yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mempertimbangkan dampak emisi gas rumah kaca. Penambahan EM4 dapat sebagai strategi untuk mengurangi emisi CH_4, yang memiliki kontribusi potensial terhadap perubahan iklim global.

Secara keseluruhan rataan pH kompos dari semua perlakuan yaitu kisaran 6,47– 6,84. pH kompos berbahan dasar feses babi yang dihasilkan dalam

penelitian ini lebih tinggi dari pH kompos yang dihasilkan Seseray *et al*., (2012) yang berbahan dasar feses babi dan limbah ampas sagu dengan pH 6,33. Namun, lebih rendah dari hasil penelitian Saputri, (2023) yang berbahan dasar feses sapi yang mana pH kompos yang dihasilkan yaitu 7,39 dengan kisaran 7,27-7,52. pH yang paling tinggi dihasilkan pada rataan K2 dengan pH 6,84 .

4.4 Gas Metana (CH_4)

Emisi gas metana (CH_4) dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan EM4 (%) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Emisi gas metana (CH_4) dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan konsentrasi EM4 (%)

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata (PPM)
	U1	U2	U3	U4	
K0	96381,34	96381,36	96381,65	96381,36	$96381,43^{a}$±0,15
K1	96379,60	96379,43	96379,60	96379,87	$96379,62^{b}$±0,18
K2	96379,39	96379,27	96379,85	96378,61	$96379,28^{bc}$±0,51
K3	96379,44	96379,13	96379,19	96378,83	$96379,15^{bc}$±0,25
K4	96378,45	96378,67	96379,14	96379,63	$96378,97^{c}$±0,52

Keterangan : Superskrip dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$), satuan Gas metana (CH_4) yang digunakan parts per million (PPM).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukan bahwa perlakuan penambahan EM4 dalam pembuatan kompos berpengaruh nyata terhadap emisi gas metana (CH_4) ($P<0.05$). Hasil uji DMRT diperoleh bahwa emisi gas metana (CH_4) pada perlakuan K0 berbeda dengan perlakuan lainnya, demikian juga perlakuan K1 berbeda K4, tetapi pada perlakuan K1, K2 dan K3 tidak berbeda. Rataan emisi gas CH_4 yang dihasilkan dari proses pengomposan feses babi yakni 96378,97 - 96381,43 ppm, dan emisi yang paling tinggi dihasilkan K0.

Adanya gas yang dihasilkan oleh feses ternak babi pada penelitian ini disebabkan oleh pakan ternak babi yang digunakan oleh peternakan ini adalah campuran ampas tahu dan dedak padi. Menurut Sabatini (2017) dedak padi mengandung selulosa dan dalam pencernaan ternak babi selulosa dicerna dengan

bantuan bakteri-bakteri metan sehingga menghasilkan gas metana. Feses babi mengandung bahan organik seperti protein, karbohidrat, dan lemak yang dapat digunakan sebagai sumber pakan dan energi untuk pertumbuhan bakteri anaerob.

Emisi gas CH_4 menunjukkan jumlah gas CH_4 yang dilepaskan ke atmosfer. Emisi gas CH_4 paling tinggi dihasilkan pada hari ke-9, karena kondisi suhu dan kelembapan yang baik untuk pertumbuhan substrat dan metanogenik. Degradasi senyawa organik oleh mikroorganisme anaerob memanfaatkan nutrisi untuk metabolismenya seperti VFA,CO_2, dan H_2 untuk menghasilkan gas CH_4. Menurut Seseray *et al.*, (2012) peranan bakteri sangat mempengaruhi proses fermentasi dalam pembentukan gas CH_4 dari bahan organik.

Pemberian EM4 berpengaruh terhadap tingkat emisi gas CH_4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi EM4 yang diberikan, semakin berkurang emisi CH_4 yang terlepas ke atmosfer. Perbedaan nilai emisi gas metana (CH_4) disebabkan oleh adanya perbedaan aktivitas metabolisme mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik (Septeyadi, 2019).

Pemberian EM4 dengan konsentrasi 10% tidak jauh berbeda dengan konsentrasi 20%. EM4 dengan konsentrasi 10% memberikan dampak positif dalam mengurangi sebesar 2.15 PPM dengan pengomposan tanpa menggunakan EM4. Penurunan emisi ini dapat dikaitkan kepada peran mikroorganisme fotosintetik dalam EM4 yang membantu mengontrol proses dekomposisi bahan organik secara efisien, mengubah kondisi lingkungan menjadi lebih optimal, dan mengurangi potensi produksi CH_4.

EM4 sebagai bioaktivator yang meningkatkan aktivitas mikroba pengurai, sehingga proses penguraian bahan organik menjadi lebih efektif dan menghasilkan lebih sedikit CH_4. Sesuai dengan pendapat Muslimin *et al.*, (2013) EM4 dapat mengurangi kandungan gas berbahaya seperti CH_4 dan CO_2. Penerapan EM4 dengan konsentrasi 10% dapat dianggap sebagai strategi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam menghadapi isu-isu terkait emisi gas metana.

4.5 Penyusutan Kompos

Penyusutan kompos dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan EM4 (%) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penyusutan dari proses pengomposan feses babi kompos yang diberi perlakuan konsentrasi EM4 (%)

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata (%)
	U1	U2	U3	U4	
K0	24,00	21,70	21,80	22,60	22,53±1,06
K1	23,60	22,80	24,50	23,50	23,60±0,70
K2	21,80	22,00	21,90	22,80	22,13±0,46
K3	21,40	22,30	21,70	22,90	22,08±0,67
K4	22,20	23,30	23,30	22,50	22,83±0,56

Keterangan : Satuan Penyusutan yang digunakan %.

Hasil analisis ragam menunjukan bahwa perlakuan penambahan EM4 dalam pembuatan kompos berbahan dasar feses babi berpengaruh tidak nyata terhadap penyusutan kompos ($P>0.05$). Penyusutan adalah proses pengomposan menandakan kompos sudah mengalami tahap pematangan. Penguraian bahan-bahan organik akan menghasilkan panas yang menguapkan air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2). Rataan penyusutan kompos selama 21 hari dari semua perlakuan adalah 22,63%. Penyusutan kompos ini lebih tinggi dari penelitian Saputri,(2023) yang mendapatkan penyusutan kisaran 19,15-20,67%.

Hal ini menunjukkan terjadinya aktivitas mikroorganisme yang mendekomposisi bahan kompos berukuran besar. Proses degradasi menjadi lebih cepat dikarenakan adanya penambahan bioaktivator sebagai sumber mikroorganisme pengurai dan akibatnya bahan organik cepat lapuk dan volume menjadi turun (Amalia dan Widiyaningrum, 2016). Bahan-bahan organik diurai menjadi unsur-unsur yang dapat diserap oleh mikroorganisme, maka ukuran bahan organik berubah menjadi partikel kecil, yang menyebabkan volume kompos berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Saputri, (2023) yang menyatakan bahwa penyusutan kompos disebabkan terjadinya perombakan bahan oleh mikroba sehingga kadar air bahan berkurang.

BAB V
KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa estimasi emisi gas metana (CH_4) dari proses pengomposan feses babi (*Sus scrofa domesticus*) efektif untuk mengurangi emisi gas metana (CH_4) dengan menggunakan EM4 konsentrasi 10%. Penggunaan EM4 dengan konsentrasi 10% mengakibatkan penurunan sebanyak 2,15 PPM dibandingkan dengan pengomposan tanpa menggunakan EM4.

5.2 Saran

Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk estimasi emisi gas metana (CH_4) dari feses babi (*Suc scrofa domesticus*) pada level konsentrasi EM4 yang lebih tinggi .

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, D., dan Widiyaningrum, P. 2016. Penggunaan EM4 dan Mol limbah tomat sebagai bioaktivator pada pembuatan kompos. Life Science, *5*(1), 18–24.

Andersen, D. S., Van Weelden, M. B., Trabue, S. L., and Pepple, L. M. 2015. Lab-assay for estimating methane emissions from deep-pit swine manure storages. Journal of Environmental Management, 159, 18–26. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.05.003.

Badan Pusat Statistik (BPS) 2023. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementan.

Capareda, S. 2013. Introduction To Biomass Energy Conversions. CRC Press.

Cooper, ohn E., and Ford, J. R. 2006. Molecular Approaches to Soil, Rhizosphere and Plant Microorganism Analysis. Cabi.

Dabert, P., Vedrenne, F., and Brard, C. 2012. Microbiological aspects of methane production during pig manure storage. Hal Open Science.

Djuarnani, M. S. I. N., Kristian Budi Susilo, dan Setiawa. 2009. Cara Cepat Membuat Kompos. Agro Media. Jakarta.

Gibra Khaerunnisa, dan Rahmawati, I. 2013. Pengaruh pH dan rasio COD:N terhadap biogas dengan bahan baku limbah industri alkohol (Vinasse). Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri, 2(3):, 1–7.

Ishak, A. B. L., Takdir, M., dan Wardi, W. 2019. Estimasi emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor peternakan Tahun 2016 di Provinsi Sulawesi Tengah. Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science), 21(1), 51. https://doi.org/10.25077/jpi.21.1.51-58.2019.

Juanda, Irfan, dan Nurdiana. 2011. Pengaruh metode dan lama fermentasi terhadap mutu MOL (Mikroorganisme Lokal). J. Floratek, 6, 140–143.

Kotsyurbenko, O. R., Chin, K.-J., Glagolev, M. V., Stubner, S., Simankova, M. V., Nozhevnikova, A. N., and Ralf, C. 2004. Acetoclastic and hydrogenotrophic methane production and methanogenic populations in an acidic West-Siberian peat bog. Environmental Microbiology, 6(11), 1159–1173.

Kulkarni, G. 2010. Analysis of hydrogen metabolism in Methanosarcina barkeri Fusaro (Issue 224). UMI.

Kusumawati, N. 2011. Evaluasi perubahan temperatur, pH dan kelembapan media pada pembuatan vermi kompos dari campuran jerami padi dan kotoran sapi menggunakan lumbricus rubellus. Inotek, 15(1), 45–56.

Madeira, J. G. F., Oliveira, E. M., Springer, M. V., Cabral, H. L., Barbeito, D. F. do C., Souza, A. P. G., Moura, D. A. da S., and Delgado, A. R. S. 2021. Hydrogen production from swine manure biogas via steam reforming of methane (SRM) and water gas shift (WGS): A ecological, technical, and economic analysis. International Journal of Hydrogen Energy, 46(13),

8961–8971. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.01.015

Manurung, R. 2004. Proses anaerobik sebagai alternatif untuk mengolah limbah sawit. E-USU Repository, 1–9.

Mara, D. 2004. Domestic Wastewater Treatment In Developing Countries. Earthscan.

Murbandono, L. H. 2008. Membuat Kompos. Penebar Swadaya. Jakarta.

Muslimin, Y. S., Novita, E., dan Indarto. 2013. Aplikasi EM4 (*Effective Microorganism*) dalam pengolahan limbah cair MOCAF (*Modified cassava Flour*). Skripsi Universitas Jember, Jawa Timur.

Nugraha, A. R., Hermawan, D., Pikoli, M. R., dan Sugoro, I. 2013. Pengukuran gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan oleh Sedimen Danau Situ Gunung, Sukabumi Jawa Barat pada skala Laboratorium. Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains Dan Teknologi, 4, 39–45.

Nuraeni, dan Purwanta. 2006. Potensi sumber daya dan analisis pendapatan usaha peternakan sapi perah di Kabupaten Sinjai. Jurnal Agrisistem, 2(1), 8–17.

Olafsdóttir, S. S., Jensen, C. D., Lymperatou, A., Henriksen, U. B., and Gavala, H. N. 2023. Effects of different treatments of manure on mitigating methane emissions during storage and preserving the methane potential for anaerobic digestion. Journal of Environmental Management, 325(September 2022). https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116456

Philippe, F. X., Laitat, M., Canart, B., Vandenheede, M., and Nicks, B. 2007. Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs, kept either on fully slatted floor or on deep litter. Livestock Science, 111(1–2), 144–152. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.12.012

Purnamasari, E., Sudarno, dan Hadiyanto. 2019. Inventarisasi emisi gas rumah kaca sektor pertanian Di Kabupaten Boyolali. Prosiding Seminar Nasional Geotik, 384–391.

Ririn, Y., Pioh D, D., dan Nangoi, R. 2022. Pengaruh inkubasi kotoran babi sebagai pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa L.*). Journal Agroecotechnology Applied, 3(2), 470–477.

Sabatini, S. 2017. Biogas babi sebagai bahan bakar pengganti fosil yang ramah lingkungan di Kabupaten Samosir Sumatera Utara. Prosiding Seminar Nasional III Biologi Dan Pembelajarannya Universitas Negeri Medan, 151–163.

Saputri, E. W. 2023. Pengaruh penambahan *Effective Microorganism 4* (EM4) terhadap kualitas kompos campuran feses sapi dan pelepah sawit. Skripsi, Universitas Jambi, Jambi.

Septeyadi, M. D. 2019. Emisi gas metana sedimen keramba situ gintung dengan penambahan substrat kompetitif dan substrat non-kompetitif. Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.

Setiyana, D., Pertiwining, A., dan Purwanto, B. H. 2018. Evaluasi emisi gas metan (CH_4) pada feses sapi potong yang terolah dan tidak terolah. Skripsi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Seseray, D. Y., Triatmojo, S., dan Pratiwiningrum, A. 2012. Pemanfaatan feses babi *(sus sp*) sebagai sumber gas bio dengan penambahan ampas sagu (*Metroxylon spp.*) pada taraf rasio C/N yang berbeda. Buletin Peternakan, 36(3), 205–213. https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v36i3.1630

Siburian, R. 2016. Pengaruh konsentrasi dan waktu inkubasi EM4 terhadap kualitas kompos. Skripsi. Universitas Nusa Cendana. Kupang.

Singh, B., Bauddh, K., and Savage, P. E. 2017. Algae and Environmental Sustainability. Johnson Matthey Technol, 61(2), 133–137.

Siregar, P., Fauzi, dan Suproadi. 2017. Pengaruh pemberian beberapa sumber bahan organik dan masa inkubasi terhadap beberapa aspek kimia kesuburan tanah ultisol. Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara, 5(2), 256–264.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004 Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta

Steel, R. G. D., dan Torrie, J. H. 1995. Prinsip dan prosedur statistika suatu pendekatan biometrik (Principles and procedures of statistics) (Ed. 2, Cet). Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Suarez-Belloch, J., Doti, S., Rodríguez-Romero, N., Guada, J. A., Fondevila, M., and Latorre, M. A. 2013. Hindgut fermentation in pigs induced by diets with different sources or starch. Spanish Journal of Agricultural Research, 11(3), 780–789. https://doi.org/10.5424/sjar/2013113-3958

Sundari, E., Sari, E., dan Rinaldo, R. 2012. Pembuatan pupuk organik cair menggunakan biokatalisator biosca dan EM4. Prosiding Sntk topi 5(2), 93–97. Pekanbaru.

Sun, Z.X., Scherer, L., Tukker, A., Spawn-Lee, S.A., Bruckner, M., Gibbs, H.K., Behrens, P., 2022b. Dietary change in high-income nations alone can lead to substantial double climate dividend. Nat. Food 3, 29–37.

Suprihati. 2007. Populasi mikroba dan fluks metana serta nitro oksida pada tanah sawah, pengaruh pengelolaan air, bahan organik dan pupuk nitrogen. IPB Press.

Surmaini, E., Runtunuwu, E., dan Las, I. 2015. Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. Jurnal Penelitian, 98, 1–7. http://www.ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jppp/article/view/2480

Suryati, T., Salim, F., dan Resmi, T. 2007. Pemanasan global dan keanekaragaman hayati. Jurnal Teknologi Lingkungan, 8(1), 61–68.

Sutanto, R. 2006. Penerapan pertanian organik (Vol. 219). Kanisiu. Jogjakarta.

Syarifuddin, H., Rahman Sy, A., dan Devitriano, D. 2019. Inventarisasi emisi gas rumah kaca (CH_4 dan N_2O) dari sektor peternakan sapi dengan metode

Tier-1 IPCC di Kabupaten Muaro Jambi. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan, 22(2), 84–94. https://doi.org/10.22437/jiiip.v22i2.8351

Syarifuddin, H., Rahman sy, A., dan Suryono. 2021. Strategi mitigasi gas CH_4 dari pengelolaan kotoran sapi bali. Seminar Nasional Pertanian. 28 Oktober 2021. Bandung.

Thauer, R. K., Kaster, A. K., Seedorf, H., Buckel, W., and Hedderich, R. 2008. Methanogenic Archaea: Ecologically Relevant Differences In Energy Conservation. Nature Review Microbiology, 6, 579–591.

Utaminingsih, W., dan Hidayah, S. 2019. Mitigasi emisi gas rumah kaca melalui penerapan irigasi intermittent di lahan sawah beririgasi. Jurnal Irigasi, 7(2), 132–141. https://doi.org/10.31028/ji.v7.i2.132-141

Vechi, N. T., Jensen, N. S., and Scheutz, C. 2022. Methane emissions from five Danish pig farms: Mitigation strategies and inventory estimated emissions. Journal of Environmental Management, 317(May), 115319. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115319

Widiada, I. M., Kartini, N. L., dan Wijaya, G. 2022. Pengaruh jenis limbah pertanian dan konsentrasi EM4 terhadap kandungan unsur hara pupuk organik cair. Agrotrop : Journal on Agriculture Science, 12(2), 190–203. https://doi.org/10.24843/ajoas.2022.v12.i02.p02

Widiawati, Y., M. Rofiq, dan B. Tiesnamurti. 2016. Methane Emision Factor for Enteric Fermentation in Beef Cattle Using IPCC Tier 2 Method in Indonesia. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 21 (2): 101–1012.

Yamane, I., and Sato, S. 1961. Effect of temperature on the formation of gases and ammonium nitrogen in the waterlogged soils. Institute of Agricultural Research., 12, 1–10.

Yan, B., Li, Y., Yan, J., and Shi, W. 2023. Potential reduction of greenhouse gas emissions from pig production in China on the basis of households' pork consumption. Journal Environment International, 177(June), 108008. https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108008

Yenie, E. 2008. Kelembapan dan suhu kompos sebagai parameter yang mempengaruhi proses pengomposan pada unit pengomposan rumbai. Jurnal Sains Dan Teknologi, 7(2), 58–61.

Yulianingsih, E., dan Setyanto, P. 2016. Emisi metana (CH_4) dari saluran drainase lahan gambut di Kalimantan Tengah. Agric, 28, 25–30.

Yuniwati, M., Iskarima, F., dan Padulemba, A. 2012. Optimasi kondisi proses pembuatan kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4. In Jurnal Teknologi .Vol. 5 (2), 172–181.

Zervas, G., and Tsiplakou, E. 2012. An assessment of GHG emissions from small ruminants in comparison with GHG emissions from large ruminants and monogastric livestock. Atmospheric Environment, 49, 13–23. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.11.039

Zhuang, G. 2014. Methylotrophic methanogenesis and potential methylated substrates in marine sediment. Universitas Bremen Press.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan

Alat

Bahan

Lampiran 2. Pengaktifan EM4

Molases dimasukan

EM4 dimasukan sesuai perlakuan

Lampiran 3. Proses pembuatan

Feses ditimbang

EM-4 disuntikan pada botol sessuai perlakuan

Feses difermentasi semi anaerob

Lampiran 4. Proses pengamatan/Pengukuran

Pengukuran pH dengan ph meter digital merek Smart easy use

Pengukuran suhu dan kelembapan dengan Hti merek Dongguan xintai co., Ltd

Pengukuran CH_4 dengan Sensor MQ-4

Lampiran 5. Analisis Ragam Suhu

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	
K0	34,60	34,59	34,55	34,41	34,54[c]
K1	34,75	35,09	34,99	35,26	35,02[b]
K2	35,32	35,52	35,21	35,19	35,31[a]
K3	35,38	35,11	35,64	35,33	35,37[a]
K4	35,59	35,29	35,43	35,66	35,49[a]

Daftar Analisis Sidik Ragam suhu

Tabel Anova RAL							
SK	**db**	**JK**	**KT**	**F hit**	**F tab**		**KET**
					0,05	**0,01**	
Perlakuan	4	2,31	0,58	19,14**	3,06	4,89	Beda sangat nyata
Galat/Sisa	15	0,45	0,03				
Total	19	2,76					

Uji Lanjut DMRT

Penentuan simpangan baku

$Sx = \sqrt{\frac{KT\ G}{r}} = \sqrt{\frac{0,03}{4}} = 0,087$

Jarak pembanding		2	3	4	5
SSR	0,05	3,01	3,16	3,25	3,31
	0,01	4,17	4,37	4,5	4,58
LSR	0,05	0,26	0,27	0,28	0,29
	0,01	0,36	0,38	0,39	0,40

Perbandingan Nilai beda antar perlakuan

Perlakuan	Rataan	Nilai beda				LSR		Notasi
		K3	k2	k1	k0	5%	1%	
K4	35,49	0,12[tn]	0,18[tn]	0,47**	0,95**	0,26	0,36	a
K3	35,37		0,05[tn]	0,34*	0,83**	0,27	0,38	a
K2	35,31			0,29*	0,77**	0,28	0,39	a
K1	35,02				0,48**	0,29	0,40	b
Ko	34,54							c

Lampiran 6. Analisis Ragam Kelembapan

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata	Notasi
	U1	U2	U3	U4		
K0	87,36	87,19	87,46	87,06	87,27	a
K1	86,36	85,88	86,27	86,75	86,31	b
K2	86,15	86,19	85,75	85,05	85,79	c
K3	85,92	85,35	85,53	85,99	85,70	c
K4	85,39	85,44	85,83	85,90	85,64	c

Daftar Analisis Sidik Ragam

Tabel Anova RAL							
SK	db	JK	KT	F hit	F tab		KET
					0,05	0,01	
Perlakuan	4	7,52	1,88	15,64	3,06	4,89	Sangat beda nyata
Galat/Sisa	15	1,80	0,12				
Total	19	9,32					

Uji Lanjut DMRT

Penentuan simpangan baku

Sx = $\sqrt{\frac{KT\ G}{r}} = \sqrt{\frac{0,12}{4}} = 0,12$

Jarak pembanding		2	3	4	5
SSR	0,05	3,01	3,16	3,25	3,31
	0,01	4,17	4,37	4,5	4,58
LSR	0,05	0,52	0,55	0,97	0,99
	0,01	1,25	1,31	1,35	1,37

LSR= SSR X SX

Perbandingan Nilai beda antar perlakuan

Perlakuan	Rataan	Nilai beda				LSR		Notasi
		k1	k2	k3	k4	5%	1%	
k0	87,27	0,96*	1,49**	1,57**	1,63**	0,52	1,25	a
k1	86,31		0,53*	0,62*	0,67*	0,55	1,31	b
k2	85,79			$0,09^{tn}$	$0,14^{tn}$	0,56	1,35	c
k3	85,70				$0,06^{tn}$	0,57	1,37	c
K4	85,64							c

Lampiran 7. Analisis Ragam pH

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	
K0	6,21	6,30	6,59	6,79	6,47^{c}
K1	6,63	6,64	6,57	6,63	6,62^{c}
K2	6,89	6,81	6,81	6,83	6,84^{a}
K3	6,76	6,73	6,71	6,74	6,74^{ab}
K4	6,66	6,69	6,73	6,70	6,69^{b}

Daftar Analisis Sidik Ragam

Tabel Anova RAL							
SK	db	JK	KT	F hit	F tab		KET
					0,05	0,01	
Perlakuan	4	0,30	0,07	5,13**	3,06	4,89	Beda sangat nyata
Galat/Sisa	15	0,22	0,01				
Total	19	0,52					

Uji Lanjut DMRT

Penentuan simpangan baku

$Sx = \sqrt{\frac{KT\ G}{r}} = \sqrt{\frac{0,01}{4}} = 0,06$

Jarak pembanding		2	3	4	5
SSR	0,05	3,01	3,16	3,25	3,31
	0,01	4,17	4,37	4,5	4,58
LSR	0,05	0,18	0,19	0,20	0,20
	0,01	0,25	0,26	0,27	0,28

LSR= SSR X SX

Perbandingan Nilai beda antar perlakuan

Perlakuan	Rataan	Nilai beda				LSR		Notasi
		k3	k4	k1	k0	5%	1%	
k2	6,84	0,10^{tn}	0,14^{tn}	0,22*	0,36**	0,18	0,25	a
k3	6,74		0,04^{tn}	0,12^{tn}	0,26**	0,19	0,26	ac
k4	6,69			0,08^{tn}	0,22*	0,20	0,27	acd
K1	6,62				0,15^{tn}	0,20	0,28	bcd
Ko	6,47							b

Lampiran 8. Analisis Ragam CH_4

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	
K0	96381,34	96381,36	96381,65	96381,36	96381,43[a]
K1	96379,60	96379,43	96379,60	96379,87	96379,62[b]
K2	96379,39	96379,27	96379,85	96378,61	96379,28[c]
K3	96379,44	96379,13	96379,19	96378,83	96379,15[c]
K4	96378,45	96378,67	96379,14	96379,63	96378,97[c]
Grand Total					**96379,69**

Daftar Analisis Sidik Ragam

Tabel Anova RAL							
SK	**db**	**JK**	**KT**	**F hit**	**F tab**		**KET**
					0,05	**0.01**	
Perlakuan	4	15,99	4,00	30,46**	3,06	4,89	Beda sangat nyata
Galat/Sisa	15	1,97	0,13				
Total	19	17,96					

Uji Lanjut DMRT

Penentuan simpangan baku

$Sx = \sqrt{\frac{KT\ G}{r}} = \sqrt{\frac{0,13}{4}} = 0,18$

Jarak pembanding		2	3	4	5
SSR	0,05	3,01	3,16	3,25	3,31
	0,01	4,17	4,37	4,5	4,58
LSR	0,05	0,55	0,57	0,59	0,60
	0,01	0,75	0,79	0,81	0,83

Perbandingan Nilai beda antar perlakuan

Perlakuan	Rataan	Nilai beda				LSR		Notasi
		k1	k2	k3	k4	5%	1%	
k0	96381,43	1,80**	2,15**	2,28**	2,45**	0,55	0,75	a
k1	96379,62		0,34[tn]	0,48[tn]	0,65*	0,57	0,79	b
k2	96379,28			0,13[tn]	0,31[tn]	0,59	0,81	bc
K3	96379,15				0,17[tn]	0,60	0,83	bc
k4	96378,97							c

Lampiran 9. Analisis Ragam Penyusutan

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata	
	U1	U2	U3	U4		
K0	24,00	21,70	21,80	22,60	22,53	
K1	23,60	22,80	24,50	23,50	23,60	
K2	21,80	22,00	21,90	22,80	22,13	
K3	21,40	22,30	21,70	22,90	22,08	
K4	22,20	23,30	23,30	22,50	22,83	
Grand Total					**22,63**	

Daftar Analisis Sidik Ragam

Tabel Anova RAL							
SK	**db**	**JK**	**KT**	**F hit**	**F tab**		**KET**
					0,05	**0,01**	
Perlakuan	4	6,212	1,553	$3,01^{tn}$	3,06	4,89	Tidak beda nyata
Galat/Sisa	15	7,75	0,51666667				
Total	19	13,96					