

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN KOTORAN SAPI, KAMBING,
AYAM, LEAF MOLD DAN EM4 DALAM PEMBUATAN
MIKROORGANISME LOKAL (MOL)**



OLEH

NOVI SOFIANI DAUD
202031019

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS KALTARA

TANJUNG SELOR

2025

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN KOTORAN SAPI, KAMBING,
AYAM, LEAF MOLD DAN EM4 DALAM PEMBUATAN
MIKROORGANISME LOKAL (MOL)**



OLEH

NOVI SOFIANI DAUD
202031019

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS KALTARA

TANJUNG SELOR

2025

SURAT PERNYATAAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Novi Sofiani Daud

NPM : 202031019

Jurusan / Program Studi : Agroteknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

“PENGARUH PEMBERIAN KOTORAN SAPI, KAMBING, AYAM, LEAF MOLD DAN EM4 DALAM PEMBUATAN MIKROORGANISME LOKAL (MOL)”

Merupakan karya tulis yang saya buat sendiri pada tahun 2024, bila ternyata dari pernyataan saya tidak benar, saya sanggup menerima sanksi akademik apapun yang ditetapkan oleh Universitas Kaltara Tanjung Selor.

Tanjung Selor, 08 Agustus 2025



Penulis


Novi Sofiani Daud
NPM. 202031019

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi : Pengaruh Pemberian Kotoran Sapi, Kambing,
Ayam, Leaf Mold dan EM4 Dalam Pembuatan
Mikroorganisme Lokal (MOL)

Nama Mahasiswa : Novi Sofiani Daud

NIM : 202031019

Program Studi : Agroteknologi

Tim Penguji Skripsi

Pembimbing,

Dr. Marlan Usmani Putra, S.P., M.P

NIDN. 11.200378.02

Tanggal:

Penguji I,

Rina Lesmana, SP., MM

NIDN. 11.050775.02

Tanggal:

Penguji II,

Nila Rusvanti, SP., MP

NIDN. 11.160782.01

Tanggal:

Mengetahui :

Dekan,


Rina Lesmana, SP., MM
NIDN. 11.050775.02
Tanggal:

Ketua Jurusan Agroteknologi,


Siti Masitbah Fiqtinovri, S.TP., M.Sc
NIDN. 11.131189.01
Tanggal:

RIWAYAT HIDUP



Novi Sofiani Daud, lahir di Nawang Baru pada tanggal 06 November 2001. Merupakan anak ke-2 dari 3 bersaudara, lahir dari pasangan Bapak Daud Surang (alm) dan Ibu Libin Ului, memiliki 1 kakak perempuan yang bernama Darlin Daud dan 1 adik laki-laki yang bernama Orlando Denovan Daud, yang

bertempat tinggal di Jl. Long Temuyat, RT 01 Desa Long Temuyat, Kec. Kayan Hulu, Kab. Malinau, Prov. Kalimantan Utara. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 02 Kayan Hulu dari tahun 2008-2014, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Kayan Hulu dari tahun 2014-2017, dan terakhir menempuh pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Malinau dari tahun 2017-2020.

Penulis kembali melanjutkan jenjang pendidikan setelah SMA ke Perguruan Tinggi Universitas Kaltara Tanjung Selor pada tahun 2020 melalui jalur regular dan mengambil jurusan Agroteknologi di Fakultas Pertanian. Di tahun 2023 tepatnya pada bulan Februari, penulis mengikuti Kuliah Kerja Profesi (KKP) selama 30 hari di Bulungan Mandiri Farm (BMF) yang letaknya berada di jalan poros Tanah Kuning, Desa Apung, Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara. Dan pada bulan Juli 2023, dilanjutkan mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Long Sam, Kec. Tanjung Palas Barat, Kab. Bulungan, Prov. Kalimantan Utara.

ABSTRAK

NOVI SOFIANI DAUD. 20031019. PENGARUH PEMBERIAN KOTORAN SAPI, KAMBING AYAM, LEAF MOLD DAN EM-4 DALAM PEMBUATAN MIKROORGANISME LOKAL (MOL)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pemberian kotoran sapi, kambing, ayam, leaf mold dan EM4 berpengaruh terhadap kandungan fisik, kimia dan mikrobiologi mikroorganisme lokal. Penelitian ini dilaksanakan di lahan praktek Fakultas Pertanian Universitas Kaltara. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkak (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan pertama yaitu penggunaan kotoran sapi dalam pembuatan MOL, yang kedua yaitu penggunaan kotoran kambing, yang ketiga yaitu penggunaan kotoran ayam, keempat penggunaan leaf mold dan perlakuan kelima yaitu penggunaan EM4.

Hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan kotoran sapi, kambing, ayam, leaf mold dan EM4 berpengaruh terhadap kandungan fisik MOL seperti warna menjadi coklat tua, munculnya gelembung udara, aroma asam seperti tapai dan juga memberikan pengaruh terhadap kandungan kimia (pH) MOL. Akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan mikroba dan suhu larutan MOL. Rata-rata kandungan larutan MOL terbaik berdasarkan parameter kimia (pH) terdapat pada perlakuan E (EM4) yaitu 6,66. Dan jumlah mikroba dengan populasi tertinggi terdapat pada perlakuan S yakni 93000 CFU/ml.

Kata Kunci: Fermentasi, Limbah Peternakan, Leaf Mold, EM-4, Mikroorganisme Lokal

ABSTRAK

NOVI SOFIANI DAUD. 20031019. THE EFFECT OF GIVING COW, GOAT, CHICKEN, LEAF MOLD AND EM-4 DUNG IN THE PRODUCTION OF LOCAL MICROORGANISMS (MOL)

This study aims to determine whether the provision of cow, goat, chicken, leaf mold and EM4 dung affects the physical, chemical and microbiological content of local microorganisms. This study was conducted on agricultural land, Faculty of Agriculture, University of Kaltara. The design used in this study was Completely Randomized Design (CRD) with five treatments and three replications. The first treatment is the use of cow dung in the manufacture of MOL, the second is the use of goat dung, the third is the use of chicken dung, the fourth is the use of leaf mold and the fifth treatment is the use of EM4.

The results of the study showed that the use of cow, goat, chicken, leaf mold and EM-4 manure affected the physical content of MOL such as the color becoming dark brown, the appearance of air bubbles, a sour aroma like tapai and also affected the chemical content (pH) of MOL. However, it did not significantly affect the microbial content and temperature of the MOL solution. The average content of the best MOL solution based on chemical parameters (pH) was found in treatment E (EM4) which was 6.66. And the number of microbes with the highest population was found in treatment S which was 93000 CFU/ml.

Keywords: Fermentation, Livestock Waste, Leaf Mold, EM-4, Local Microorganisms

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas berkat dan rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Kotoran Sapi, Kambing, Ayam, Leaf Mold dan EM4 Dalam Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL)”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program (S1) Strata-1 di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Kaltara, Kota Tanjung Selor.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Didi Adriansyah, S.TP., MM. selaku Rektor Universitas Kaltara, Tanjung Selor.
2. Ibu Rina Lesmana, SP., MM. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Kaltara, Tanjung Selor.
3. Ibu Siti Masithah Fiqtinovri, S.TP., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Kaltara, Tanjung Selor.
4. Bapak Dr. Marlan Usmani Putra, S.P., M.P. Selaku Dosen Pembimbing yang penuh dengan kesabaran telah memberikan arahan, bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis.
5. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dosen Penguji 1 Ibu Rina Lesmana, SP., MM dan Dosen Penguji 2 Ibu Nila Rusyanti, SP., MP yang memberikan saran serta nasihat kepada penulis agar kedepannya jauh lebih baik dalam menyusun tugas akhir.

6. Dosen di Fakultas Pertanian yang telah memberikan ilmu, membimbing baik secara moral maupun spiritual kepada penulis selama mengikuti studi di Fakultas Pertanian, Universitas Kaltara, Tanjung Selor.
7. Orang tua, kakak, adek serta keluarga besar penulis yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat serta doa yang tiada hentinya untuk penulis.
8. Saudari Noviani yang merupakan teman terdekat penulis selama masa perkuliahan hingga tahap akhir penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas semua dukungan, semangat, serta kebersamaan yang kita lalui dan terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, keluh kesah dan tawa dalam menghadapi setiap tantangan perkuliahan.
9. Saudari Dona Amelya yang selalu membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi.
10. Saudara Qodrat Bagus dan Welly Ho yang selalu membantu penulis dalam proses pengumpulan bahan-bahan dalam penelitian.
11. Teman-teman Fakultas Pertanian yang saat ini sama-sama berjuang untuk masa depan.

Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikan dalam penulisan sehingga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Tanjung Selor, 08 agustus 2024

Novi Sofiani Daud
NPM.202031019

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
SURAT PERNYATAAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kotoran Sapi.....	5
2.2 Kotoran Kambing	7
2.3 Kotoran Ayam.....	9
2.4 Leaf Mold.....	10
2.5 Larutan Effective Microorganisms 4 (EM4)	12
2.6 Mikroorganisme Lokal.....	15
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Rancangan Penelitian.....	18
3.4 Prosedur Penelitian	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Uji Fisik Mikroorganisme Lokal (MOL)	24
4.1.1 Suhu	24
4.1.3 Warna	26
4.1.4 Gelembung Udara.....	27

4.1.5 Aroma.....	29
4.2 Hasil Uji Kimia pada Mikroorganisme Lokal	30
4.3 Hasil Uji Mikrobiologi pada Mikroorganisme Lokal (MOL)	32
4.2.1 Karakteristik Jenis Mikroba pada MOL.....	35
V. PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian Terdiri dari 5 Perlakuan dan 3 Ulangan.	19
Tabel 4. 1 Hasil pengamatan perubahan warna selama fermentasi.....	26
Tabel 4. 2 Hasil pengamatan gelembung udara selama fermentasi	28
Tabel 4. 3 Hasil pengamatan aroma selama fermentasi	29
Tabel 4. 4 Total jenis mikroba pada MOL	34
Tabel 5. 1 Hasil pengamatan suhu selama proses fermentasi.....	52
Tabel 5. 2 Hasil rata-rata derajat keasaman (pH).....	52
Tabel 5. 3 Total jumlah bakteri pada hasil (MOL).....	52
Tabel 5. 4 Hasil sidik ragam kandungan pH pada MOL	53
Tabel 5. 5 Hasil uji lanjut BNJ 5% pH MOL	53
Tabel 5. 6 Hasil sidik ragam kandungan mikroba MOL	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 2 Grafik rata-rata suhu mikroorganisme lokal.....	24
Gambar 3 Diagram Rata-rata kandungan pH pada MOL	31
Gambar 4 Diagram rata-rata kandungan mikroba pada MOL	33
Gambar 5 <i>Pythium</i> sp. (Bachi, P 2023)	37
Gambar 6 <i>Rhizopus</i> sp (Anonim c, 2013).....	38
Gambar 7 <i>Aspergillus</i> sp (Anonim, 2013).....	39
Gambar 8 <i>Fusarium</i> sp (Damayanti,2009).....	40
Gambar 9 <i>Mycogone</i> sp (Wen, Z. at al 2010).....	41
Gambar 10 <i>Humicola</i> sp. (Sitepu, H., et al. 2011)	42
Gambar 11 Pengambilan kotoran sapi di BMF.....	54
Gambar 12 Pengambilan Kotoran Kambing di BMF.....	54
Gambar 13 Pengambilan kotoran ayam di Desa Teluk Selimau	55
Gambar 14 Pengambilan LeafMold di Hutan kota Tanjung Selor	55
Gambar 15 Semua Bahan Baku	56
Gambar 16 Proses Pengolahan Bahan Baku (Kotoran kambing)	56
Gambar 17 Penimbangan Bahan Baku	57
Gambar 18 Penakaran Air (2 Liter).....	57
Gambar 19 Menuangkan Air Ke Dalam Wadah Fermentasi	58
Gambar 20 Menakar Gula Merah (200 ml)	58
Gambar 21 Penakaran EM-4 20 ml (Khusus Untuk Perlakuan E).....	59
Gambar 22 Memasukkan Bahan Baku Kedalam Wadah	59
Gambar 23 Proses Pencampuran Semua Bahan	60
Gambar 24 Wadah Fermentasi Ditutup Rapat	60
Gambar 25 Proses Fermentasi.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Uji Suhu, pH dan Jumlah Mikroorganisme	52
Lampiran 2 Tabel Sidik Ragam dan Tabel Uji BNJ 5%	53
Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan Penelitian	54
Lampiran 4 Hasil Analisis Laboratorium	62

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kotoran ternak merupakan sumber limbah organik yang melimpah dari industri peternakan. Jumlah kotoran ternak yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, terutama air tanah dan air permukaan, akibat zat-zat seperti nitrat dan fosfat yang larut dalam air. (Riswandi dan Muslima., 2018).

Kabupaten Bulungan memiliki peternakan yang besar khususnya di Bulungan Mandiri Farm (BMF) yang merupakan peternakan yang bergerak di bidang breeding kambing dan sapi yang letaknya berada di jalan poros Tanah Kuning, Desa Apung, Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara yang berdiri sejak Desember 2020. Tidak hanya BMF, masyarakat lokal juga memiliki banyak peternakan khususnya berternak ayam. Usaha peternakan selain menghasilkan produk-produk peternakan yang dikonsumsi oleh masyarakat juga menghasilkan limbah. Limbah ini bisa menimbulkan masalah berupa pencemaran lingkungan terutama bau yang tidak sedap, mengganggu pemandangan dan bisa menjadi sumber penyakit. Limbah merupakan bahan organik atau anorganik yang tidak dimanfaatkan lagi sehingga dapat menimbulkan masalah serius bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan baik.

Limbah dapat berasal dari berbagai sumber hasil buangan dari suatu proses produksi salah satunya peternakan. Peternakan memiliki limbah seperti kotoran, urine, dan sisa pakan yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, serta baunya yang sangat menyengat yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan

masyarakat di sekitar peternakan. Pengolahan kotoran ternak perlu dilakukan supaya tidak terbuang sia-sia dan dapat dimanfaatkan, sehingga dapat menghasilkan produk yang memiliki nilai jual dan setidaknya dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Trivana *at al.*, 2017). Sebagian besar kotoran ternak yang dihasilkan belum dilakukan pemanfaatan secara optimal dan hanya dibuang begitu saja, sehingga memiliki potensi besar untuk merusak lingkungan dan mengganggu kenyamanan dari bau tidak sedap yang ditimbulkan (Arifin *at al.*, 2019).

Limbah yang berasal dari peternakan tersebut akan bernilai ekonomi tinggi apabila diolah dengan perlakuan yang tepat. Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah tersebut, seperti dengan mengelolah limbahnya menjadi pupuk yang ramah lingkungan, salah satunya MOL (Mikroorganisme Lokal). Pengembangan MOL sangat penting sebagai alternatif untuk mendukung pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. MOL yang dihasilkan dari berbagai sumber mikroba dapat memberikan manfaat dalam memperbaiki kualitas tanah, meningkatkan kesuburan, menjadi dekomposer dan mengendalikan organisme pengganggu tanaman.

Menurut Steviano dan Kustanti (2021), bahan utama MOL terdiri dari beberapa komponen, yaitu karbohidrat, glukosa, dan sumber mikroorganisme. Proses pembuatan MOL sangat erat hubunganya dengan sumber mikroorganisme yang digunakan sehingga jika dilihat dari sumber mikroorganismenya tidak hanya berasal dari kotoran hewan saja tetapi juga berasal dari bahan-bahan lain yang dapat diperoleh dari alam, seperti tanah humus atau leaf mol.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan pengujian berbagai sumber bahan baku untuk pembuatan MOL, yaitu kotoran sapi, kotoran kambing, kotoran ayam, dan tanah humus (leaf mold) yang diketahui kaya akan mikroba. Keempat bahan tersebut sangat berpotensi sebagai bahan dalam pembuatan MOL karena memiliki kandungan unsur hara dan mikroba yang dapat dimanfaatkan di bidang pertanian. Menurut Bai (2012) mikroba dan unsur hara yang terkandung dalam kotoran sapi sangat melimpah sehingga sangat bermanfaat bagi pertanian. Hidayati *et al.*, (2010), juga menyatakan bahwa kotoran kambing kaya akan unsur hara yang sangat bermanfaat bagi kesuburan tanah dan selain itu juga mengandung mikroba perombak bahan organik. Menurut Yandi *et al.*, 2016, dalam kotoran ayam terdapat mikroba yang dapat membantu mempercepat proses pengomposan, mikroba tersebut antara lain bakteri asam laktat *Lactobacillus*, bakteri fotosintetik serta *Streptomyces* sp,. Selain itu Fierer, N., *et al.* (2009), juga menyatakan bahwa leaf mold kaya akan bahan organik dan mengandung berbagai mikroba yang penting dalam proses dekomposisi, termasuk bakteri seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Clostridium* yang berperan dalam mengurai selulosa dan lignin. Keempat bahan tersebut dipilih karena sangat berpotensi sebagai bahan dalam pembuatan MOL karena memiliki kandungan mikroba yang beragam dan potensinya dalam mendukung proses dekomposisi dan perbaikan tanah. Sebagai pembanding, penelitian ini juga menggunakan EM4, sebuah produk mikroba komersial yang sudah terbukti efektif dalam pertanian.

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui karakteristik MOL yakni kandungan fisik, kimia dan mikrobiologi berdasarkan sumber mikroorganisme yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah pemanfaatan kotoran sapi, kambing, ayam, leaf mold dan EM4 berpengaruh terhadap kandungan fisik, kimia dan mikrobiologi mikroorganisme lokal (MOL)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pemanfaatan kotoran sapi, kambing, ayam, leaf mold dan EM4 berpengaruh terhadap kandungan fisik, kimia dan mikrobiologi mikroorganisme lokal (MOL)

1.4 Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara dari suatu masalah yang dihadapi dan perlu diuji kebenarannya dengan data yang lebih lengkap dan menunjang. Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh dari pemanfaatan kotoran sapi, kambing, ayam, leaf mold dan EM4 terhadap kandungan fisik, kimia dan mikrobiologi mikroorganisme lokal (MOL).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kotoran Sapi

Kotoran hewan adalah bahan organik yang banyak mengandung mikroba dan juga mengandung nutrisi yang baik untuk pertumbuhan mikroba (Holifah, 2017). Kotoran hewan memiliki unsur hara dan mikroba yang sangat banyak, dibanding dengan pupuk yang berasal dari limbah pertanian (Hapsari, 2013). Kotoran sapi terkandung bahan organik yang tinggi dan juga terkandung beberapa jumlah mikroorganisme yang dapat dijadikan bioaktivator untuk mempercepat proses pengomposan pada tanah.

Kotoran sapi adalah limbah dari usaha peternakan sapi yang bersifat padat dan dalam proses pembuangannya sering bercampur dengan urin dan gas, seperti metana dan amoniak. Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi tergantung pada keadaan tingkat produksinya, jenis, jumlah konsumsi pakan, serta individu ternak sendiri (Warouw, 2019).

Secara kimia kotoran sapi memiliki kandungan hara yaitu N 2%, P 1%, K 1% serta terkandung bahan organik 60-70% (Sari, 2017). Menurut Sulaksana (2017) kotoran sapi mengandung kadar air 80%, bahan organik 16%, CaO 0,2%, kadar C/N 20-25%.

Ekawandani (2018) menyatakan bahwa kotoran sapi mengandung sejumlah besar nitrogen yang terkait dalam protein yang ada dalam bagian-bagian tumbuhan yang dimakan sapi. Kotoran sapi segar tidak bisa langsung digunakan sebagai pupuk karena masih mengandung patogen, belum terfermentasi, dan memiliki komposisi yang belum stabil. Kotoran sapi yang baik untuk dijadikan pupuk harus

difermentasi terlebih dahulu, berwarna gelap, tidak berbau menyengat, bertekstur semi-kering, dan memiliki pH netral.

Menurut Bai (2012) mikroba yang terkandung dalam kotoran sapi terdiri dari bakteri yaitu *Bacillus sp.*, *Corynebacterium sp.*, *Lactobacillus sp.*, dan *Vigna sinensis*, jamur seperti *Trichoderma* dan *Aspergillus*, spesies ragi dan protozoa yaitu *Candida* dan *Saccharomyces*. Bai dkk (2012), menyebutkan bahwa total mikroba kotoran sapi mencapai $3,05 \times 10^{11}$ cfu/gr dan total fungi mencapai $6,55 \times 10^4$ sel.

Menurut Putri (2020) *Lactobacillus sp.*, berfungsi dalam mempercepat perombakan bahan-bahan organik. Bakteri *Corynebacterium sp.*, dan *Lactobacillus sp.*, berpotensi dalam mendegradasi hidrokarbon (Yani, 2012).

Kotoran sapi secara alami mengandung berbagai macam mikroorganisme, termasuk bakteri pengurai (dekomposer), jamur, dan actinomycetes. Bakteri pengurai ini sangat berguna dalam proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah dan membantu memperbaiki struktur serta kesuburan tanah. Menurut Rohman dan Yulianto (2020), kotoran sapi mengandung mikroorganisme yang berfungsi untuk menguraikan bahan organik, seperti selulosa dan lignin, serta meningkatkan jumlah bahan organik di dalam tanah. Mikroorganisme yang ditemukan dalam kotoran sapi juga membantu mengendalikan patogen tanah dengan cara bersaing dengan mikroba patogen untuk sumber daya yang terbatas.

Kotoran sapi memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan MO L. Kandungan mikroba dalam kotoran sapi, seperti *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, dan *Corynebacterium sp.*, berperan penting dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik dan meningkatkan aktivitas mikroba yang bermanfaat. Selain itu, kotoran sapi mengandung unsur hara seperti

nitrogen, fosfor, dan kalium yang sangat mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, kotoran sapi tidak hanya dapat dijadikan pupuk organik, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan MOL yang efektif untuk meningkatkan kualitas tanah dan mendukung keberlanjutan pertanian secara alami.

2.2 Kotoran Kambing

Kambing merupakan salah satu jenis ternak ruminansia kecil yang sudah terkenal secara luas di Indonesia. Ternak kambing yang ada di Indonesia memiliki potensi produktivitas yang tinggi sebagai penghasil daging dan susu serta kulitnya yang memiliki nilai ekonomis. Akan tetapi limbah dari ternak kambing tersebut dapat menyebabkan pencemaran pada lingkungan (Riswandi dan Muslima., 2018). Limbah urine kambing mengandung kadar nitrogen (N) 1,50%, fosfor (P) 0,13%, ppm kalium (K) 1,80%, dan air 85% (Sembiring *et al.*, 2019).

Hidayati *at al.*, (2010), menyatakan bahwa total jumlah bakteri yang terdapat pada kotoran kambing adalah 52×10^6 cfu/g dan total koliform mencapai $27,8 \times 10^6$ cfu/g. Pada kotoran kambing terdapat mikroba seperti *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, *Aspergillus sp.*, serta *Actinomyces* (Hidayati *at al.*, 2010)

Kotoran kambing mengandung berbagai jenis mikroba seperti bakteri pengurai, bakteri fermentasi, dan fungi. Mikroba-mikroba ini berperan dalam proses dekomposisi bahan organik, mempercepat fermentasi, serta meningkatkan kualitas tanah dan tanaman. Beberapa mikroba yang umum ditemukan dalam kotoran kambing adalah *Lactobacillus*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas* yang memiliki kemampuan tinggi dalam mengurai bahan organik. Urine kambing telah terbukti

tidak mengandung mikroorganisme parasit yang berbahaya seperti bakteri *Salmonella* sehingga aman untuk digunakan (Fahlevi *et al.*, 2021).

Mikroorganisme yang terdapat didalam kotoran kambing adalah *Nitrosococcus sp*, *fitohormon*, *Pseudomonas striata*, *Nitrosomonas sp*, *Mikoriza*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces*, *Tricoderma sp* dan *lactobacillus sp* 63 x 10⁸ CFU/ml (Ratna H, 2018)

Kotoran kambing mengandung bakteri selulolitik dan lignolitik yang dapat mendegradasi selulosa dan lignin yang terkandung di dalam tumbuhan. Sesuai namanya, bakteri selulolitik merupakan golongan bakteri yang mampu merombak selulosa, sedangkan bakteri lignolitik merupakan golongan yang dapat merombak lignin. Bakteri selulolitik merupakan bakteri yang mempunyai kemampuan menghidrolisis kompleks selulosa menjadi polisakarida yang lebih kecil dan akhirnya menjadi glukosa. Kemudian glukosa digunakan oleh bakteri sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhannya (Rahayu *et al.*, 2014).

Kotoran kambing segar memiliki kandungan ammonia yang tinggi, yang dapat bersifat toksik bagi tanaman dan mikroorganisme yang bermanfaat. Ammonia dalam kotoran kambing segar dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Kotoran kambing yang telah keluar selama minimal 1-3 bulan dapat dijadikan bahan dasar POC. Tekstur dari kotoran kambing adalah khas, karena berbentuk butiran-butiran yang agak sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. (Hartatik dan Widowati, 2006).

Pernyataan diatas, kotoran kambing meskipun memiliki tekstur yang keras dan sulit terurai, ternyata memiliki potensi yang sangat baik untuk digunakan dalam pembuatan MOL. Hal ini dikarenakan kandungan mikroba yang ada dalam kotoran

kambing, seperti bakteri selulolitik dan lignolitik, dapat mendukung proses dekomposisi bahan organik lainnya. Selain itu, mikroorganisme dalam kotoran kambing juga mampu merombak bahan-bahan kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, yang sangat bermanfaat dalam pembuatan MOL yang efektif sebagai pupuk dan pengendali hama alami. Dengan demikian, kotoran kambing bukan hanya menjadi limbah, tetapi juga dapat dimanfaatkan secara optimal untuk tujuan pertanian yang lebih ramah lingkungan.

2.3 Kotoran Ayam

Kotoran ayam mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang sangat bermanfaat, terutama bakteri pengurai dan bakteri pemfermentasi. Mikroorganisme ini berperan penting dalam proses pembuatan MOL karena mereka membantu mengurai bahan organik, mempercepat proses fermentasi, serta meningkatkan kualitas tanah dan tanaman. Kotoran ayam merupakan sumber mikroba yang kaya akan bakteri seperti *Lactobacillus*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas* yang memiliki kemampuan dekomposisi tinggi (Suryani *at al.*, 2010)

Kotoran ayam memiliki kadar hara fosfor yang lebih tinggi dan lebih mudah terdekomposisi dari pada kotoran kambing dan sapi serta bersifat panas, hal tersebut dikarenakan mikroorganisme di dalam tanah secara cepat mendekomposisikan pupuk sehingga terbentuk panas (Parnata, 2010).

Hasil analisis yang dilakukan oleh Suryani *at al.*, (2010), bakteri yang ditemukan pada kotoran ternak ayam antara lain *Lactobacillus achidophilus*, *Lactobacillus reuteri*, *Leuconostoc mensenteroides* dan *Streptococcus thermophilus*, sebagian kecil terdapat *Actinomycetes* dan kapang.

Kotoran ayam terdapat mikroba yang dapat membantu mempercepat proses pengomposan, mikroba tersebut antara lain bakteri asam laktat *Lactobacillus*, bakteri fotosintetik serta *Streptomyces sp* (Yandi *et al.*, 2016)

Musnamar (2009) mengatakan, kotoran yang baru keluar dari tubuh hewan belum dapat digunakan sebagai pupuk karena kotoran tersebut masih harus melalui proses dekomposisi oleh jasad renik. Energi yang dihasilkan selama proses dekomposisi tersebut adalah energi panas. Energi ini akan sangat buruk akibatnya bagi tanaman, oleh karena itu kotoran ayam yang masih baru tidak dapat digunakan sebagai pupuk. Setelah melalui proses dekomposisi, kotoran ayam sudah dapat digunakan sebagai pupuk. Lingga dan Marsono (2001) menyebutkan, kotoran ayam yang matang ditandai dengan tidak berbau kotoran, dingin, berwarna gelap, dan kadar airnya relatif rendah.

Berdasarkan kandungan unsur hara yang terdapat dalam kotoran ayam, seperti kadar unsur hara yang tinggi (terutama nitrogen, fosfor, dan kalium) serta keberadaan mikroba bermanfaat seperti *Lactobacillus*, *Streptomyces sp.*, dan bakteri fotosintetik, kotoran ayam sangat potensial untuk dijadikan bahan dasar dalam pembuatan MOL. Kandungan nutrisi tersebut mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang efektif dalam proses dekomposisi dan pengolahan bahan organik, sehingga menjadikan kotoran ayam sebagai sumber yang sangat baik untuk menghasilkan MOL yang dapat meningkatkan kualitas tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman secara alami.

2.4 Leaf Mold

Leaf mold adalah bahan organik yang dihasilkan dari penguraian daun-daun yang membusuk atau terdekomposisi secara alami. Proses pembentukannya

melibatkan mikroorganisme yang membantu mengurai bahan organik tersebut menjadi humus. Leaf mold kaya akan bahan organik dan mengandung berbagai mikroba yang penting dalam proses dekomposisi, termasuk bakteri seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Clostridium* yang berperan dalam mengurai selulosa dan lignin. Bakteri pengikat nitrogen seperti *Azotobacter* dan *Rhizobium* juga ditemukan dalam leaf mold, meningkatkan kandungan nitrogen di tanah. Dengan demikian, leaf mold tidak hanya meningkatkan kualitas tanah secara fisik, tetapi juga secara mikrobiologis dengan menyediakan mikroba yang mendukung pertumbuhan tanaman. Fierer, N., *et al.* (2009).

Leaf mold mengandung berbagai macam mikroba, terutama mikroba dekomposer yang memainkan peran penting dalam proses penguraian bahan organik. Jenis-jenis mikroba yang ditemukan dalam leaf mold umumnya terdiri dari bakteri, jamur, dan actinomycetes. Actinomycetes adalah mikroba lain yang ditemukan dalam leaf mold, yang lebih mirip dengan bakteri tetapi memiliki struktur yang mirip jamur. Mikroba ini sangat efisien dalam mengurai bahan-bahan yang lebih kompleks, termasuk lignin. *Streptomyces* adalah salah satu genus actinomycetes yang banyak ditemukan dalam proses dekomposisi. Penelitian oleh Kueppers *et al.* (2008) menunjukkan bahwa actinomycetes, khususnya *Streptomyces*, memiliki kemampuan untuk memecah lignin dan mempercepat penguraian material organik.

Leaf mold yang bagus memiliki ciri-ciri warna coklat kehitaman atau hitam, tekstur halus dan remah, serta bau earthy atau tanah. Kadar air yang relatif rendah, sekitar 30-40%, juga merupakan indikator kualitas leaf mold yang baik. Menurut Sharma *et al.* (2018), ketebalan leaf mold yang ideal adalah sekitar 5-10 cm dari

permukaan tanah, karena lapisan ini memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan mikroorganisme yang beragam. Leaf mold yang telah mengalami proses dekomposisi selama 6-12 bulan juga dianggap paling bagus, karena pada periode ini mikroorganisme telah bekerja secara optimal untuk menguraikan bahan organik (Edwards, 2004). Dengan demikian, leaf mold yang diambil dari lapisan atas tanah dan telah mengalami proses dekomposisi yang cukup lama dapat digunakan sebagai inokulum yang efektif untuk memperkaya mikroorganisme yang bermanfaat.

Berdasarkan uraian diatas, leaf mold sangat kaya akan mikroba dan mengandung unsur hara yang tinggi, sehingga memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan dasar dalam pembuatan MOL. Kandungan mikroba yang bermanfaat dalam leaf mold dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik, sementara unsur hara yang terkandung di dalamnya mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang dibutuhkan dalam pembuatan MOL, menjadikannya sumber yang ideal untuk meningkatkan kesuburan tanah secara alami

2.5 Larutan Effective Microorganisms 4 (EM4)

Larutan EM4 ditemukan pertama kali oleh Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. Larutan EM4 ini mengandung mikroorganisme fermentasi yang jumlahnya sangat banyak, sekitar 80 genus dan mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam fermentasi bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada lima golongan yang pokok, yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, *Actinomycetes sp.*, dan jamur fermentasi (Indriani, 2007).

Menurut Manuputty *at al.* (2012) EM4 adalah kultur campuran dari berbagai mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. EM4

ini mengandung *Lactobacillus* sp dan sebagian kecil bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp, dan ragi, sedangkan menurut Dewi dan Claudia (2014), EM4 adalah sejenis bakteri yang dibuat untuk membantu dalam pembusukan sampah organik sehingga dapat dimanfaatkan dalam proses pengkomposan. Selain berfungsi dalam fermentasi dan dekomposisi bahan organik, EM4 juga mempunyai manfaat antara lain: 1) memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, 2) menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, 3) menyehatkan tanaman, meningkatkan produksi tanaman, dan menjaga kestabilan produksi tanaman, 4) menambah unsur hara tanah dengan cara disiramkan ke tanah, tanaman, atau disemprotkan ke daun tanaman, 5) mempercepat pembuatan kompos sampah organik atau kotoran hewan (Yuniwati dkk.,2012). Menurut Yuniwati dkk. (2012), EM4 adalah suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang bermanfaat terutama bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, ragi, Actinomycetes, dan jamur peragian yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah. Menurut Putri (2008), berikut ini adalah fungsi dari masing-masing mikroorganisme larutan EM4:

1. Bakteri fotosintesis

Bakteri fotosintesis berfungsi untuk membentuk zat-zat yang bermanfaat bagi sekresi akar tumbuhan, bahan organik, dan gas berbahaya dengan menggunakan sinar matahari dan bumi sebagai sumber energi. Zat-zat bermanfaat itu antara lain asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif, dan gula. Semuanya mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Bakteri fotosintesis juga dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme lainnya.

2. Bakteri asam laktat

Bakteri asam laktat menghasilkan asam dari gula, berfungsi untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan, meningkatkan percepatan perombakan bahan-bahan organik, dapat menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin, selulosa, serta memfermentasikannya tanpa menimbulkan pengaruh-pengaruh merugikan yang diakibatkan oleh bahan-bahan organik yang tidak terurai.

3. Ragi

Ragi dapat membentuk zat anti bakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis dan meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar.

4. Actinomycetes

Actinomycetes menghasilkan zat-zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik dan menekan pertumbuhan jamur dan bakteri.

5. Jamur fermentasi

Jamur fermentasi dapat menguraikan bahan organik secara cepat untuk menghasilkan alkohol, ester, dan zat-zat antimikroba serta menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat yang merugikan. Pengaktifan mikroorganisme di dalam EM4 dapat dilakukan dengan cara memberikan air dan makanan (molase).

EM4 berupa larutan cair berwarna kuning kecoklatan. Cairan ini berbau sedap dan rasa asam manis (Yuniwati *at al.*,2012). EM4 tidak berbahaya bagi lingkungan karena kultur EM4 tidak mengandung mikroorganisme yang secara

genetika telah dimodifikasi. EM4 terbuat dari kultur campuran berbagai spesies mikroba yang terdapat dalam lingkungan alami, bahkan EM4 bisa diminum langsung.

2.6 Mikroorganisme Lokal

MOL merupakan larutan hasil fermentasi bahan-bahan organik di lingkungan sekitar yang mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro serta mikroba pengurai (Juwita *et al.*, 2017).

MOL sendiri memiliki banyak manfaat, seperti untuk hidup dan berkembangnya mikroorganisme dekomposer, untuk pestisida, dan berfungsi sebagai pupuk organik cair yang digunakan untuk tambahan nutrisi bagi tanaman (Manullang *et al.*, 2017; Palupi, 2015)

MOL adalah larutan yang dibuat dengan cara fermentasi yang bertujuan untuk menumbuhkan mikroba pengurai bahan organik. MOL dibuat dengan mengambil atau memancing mikroorganisme pengurai bahan organik dari sumber mikroorganisme dengan menggunakan gula sebagai nutrisi untuk memacu pertumbuhan, hingga selanjutnya mikroorganisme tersebut akan berkembang biak di dalam larutan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2019).

Larutan MOL adalah larutan yang dihasilkan dari fermentasi berbagai bahan organik, baik hewan maupun tumbuhan. Mengandung bakteri dan hara yang dapat merusak bahan organik, merangsang pertumbuhan tanaman, dan menghentikan hama dan penyakit tanaman. (Hadi, 2019).

Larutan MOL mengandung unsur hara mikro dan makro dan juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik perangsang pertumbuhan, dan sebagai agen pengendali hama dan penyakit tanaman sehingga MOL dapat digunakan sebagai dekomposer, pupuk hayati, dan pestisida organik terutama sebagai fungisida (Fitriani, 2015). Keunggulan penggunaan MOL yang paling utama adalah murah bahkan tanpa biaya, karena memanfaatkan limbah pertanian.

Penelitian Nurullita (2012) jenis MOL yang digunakan berasal dari bahan sederhana yang banyak ditemui di tingkat rumah tangga, meliputi MOL campuran (berisi kotoran sapi, dedak, molase, EM4, dan air), MOL tape nanas, MOL nasi basi, dan MOL sludge.

Menurut Prasetyo, Ujang dan Erna, (2018), tiga bahan utama dalam pembuatan larutan MOL yaitu sebagai berikut:

a. Glukosa

Glukosa berperan sebagai sumber energi mikroba yang bersifat spontan, yang artinya lebih mudah untuk dimakan. Glukosa yang biasa digunakan dapat berupa gula pasir, gula jawa/merah, air kelapa dan lainnya.

b. Mikroorganisme Lokal / Sumber Bakteri

Sumber bakteri dalam MOL dapat diperoleh dari buah-buahan yang telah busuk, nasi yang telah berjamur, dan dapat diperoleh juga dari usus sapi maupun feses ternak. Sumber bakteri yang diperoleh biasanya lebih dari satu jenis. Jenis bakteri yang terdapat berbeda-beda, tergantung jenis sumber bakteri apa yang digunakan. Jenis bakteri yang terdapat dalam mol

biasanya *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, bakteri pelarut fosfat dan *Azospirillum* sp.

c. Karbohidrat

Karbohidrat dalam MOL sangat dibutuhkan oleh bakteri pengurai yang digunakan sebagai sumber energi. Contoh karbohidrat yang biasa digunakan yaitu beras, air cucian beras, nanas, kentang, singkong dan nasi basi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2024-Januari 2025 dengan lokasi yang bertempat di lahan praktek Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Kaltara. Sedangkan uji kimia dan mikrobiologi bertempat di Labolatorium Tanah Universitas Borneo Tarakan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi karung, toples plastik sealware ukuran 5 L, batang pengaduk, timbangan, kamera, alat tulis dan gelas ukur. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kotoran sapi, kotoran kambing, kotoran ayam, leaf mold, EM4, air dan gula merah.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan sebagai berikut:

E= Kontrol (20 ml EM4 / 2 L air+200 ml gula merah)

S= Kotoran Sapi (1 kg / 2 L air+200 ml gula merah)

K= Kotoran Kambing (1 kg / 2 L air+200 ml gula merah)

A= Kotoran Ayam (1 kg / 2 L air+200 ml gula merah)

L= Leaf Mold (1 kg / 2 L air+200 ml gula merah)

Setiap perlakuan diulangi tiga (3) kali sehingga didapatkan lima belas (15) unit percobaan seperti yang dijelaskan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian Terdiri dari 5 Perlakuan dan 3 Ulangan

Ulangan	K (Kotoran Kambing)	S (Kotoran Sapi)	A (Kotoran Ayam)	L (Leaf Mold)	E (EM-4)
U1	KU1	SU1	AU1	LU1	EU1
U2	KU2	SU2	AU2	LU2	EU2
U3	KU3	SU3	AU3	LU3	EU3

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun proses pembuatan MOL adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: karung, toples plastik sealware ukuran 5 L yang diperoleh dari toko Bulungan Jaya, batang pengaduk, timbangan, kamera, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kotoran ayam yang diperoleh dari peternak lokal, kotoran kambing dan sapi yang diperoleh dari Bulungan Mandiri Farm (BMF), EM-4, gula merah yang diperoleh dari pasar induk Tanjung Selor dan leaf mold yang diambil dari hutan kota Tanjung Selor.

2. Pengolahan Kotoran Sapi, Kambing, Ayam dan Leaf Mold

Sebelum dikelolah sebagai bahan dalam proses pembuatan mikroorganisme lokal, kotoran kambing dihaluskan terlebih dahulu dengan cara dipukul menggunakan kayu sampai halus guna mempermudah pada saat fermentasi. Sedangkan kotoran sapi dan ayamnya dibersihkan terlebih dahulu dari sampah yang tercampur (Safitri, 2017). Dan leaf moldnya terlebih dahulu dibersihkan dari sisa ranting kayu yang tercampur.

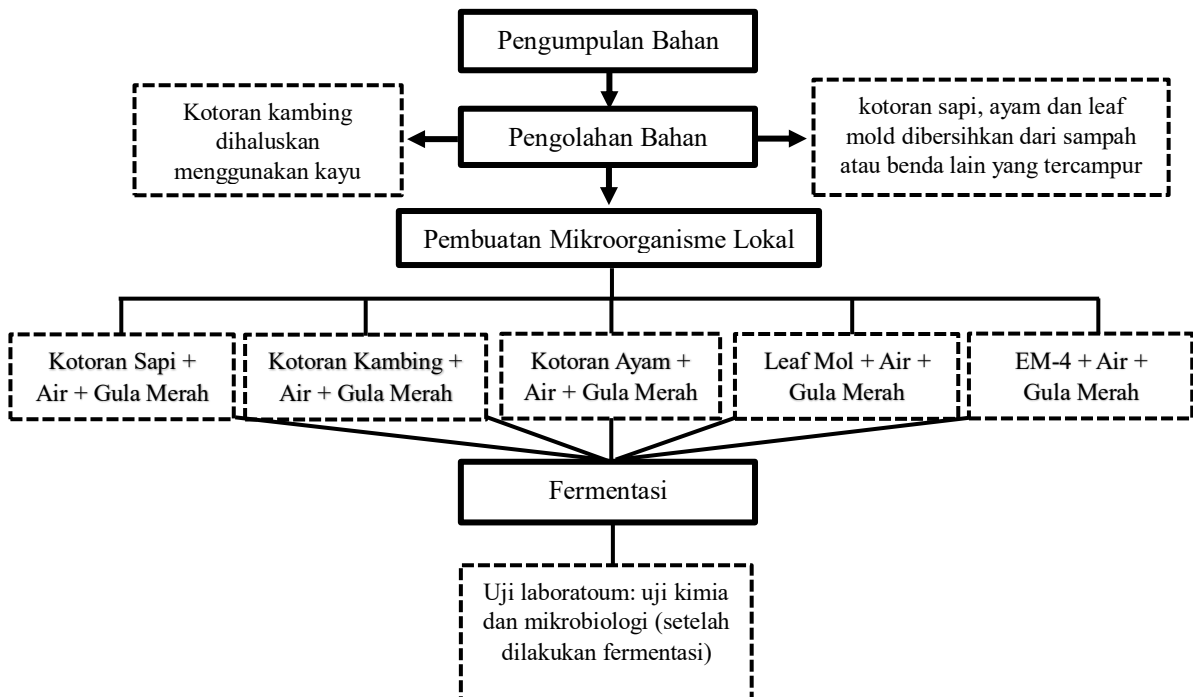
3. Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL)

Proses pembuatan MO) dapat dilihat pada tahapan berikut:

- Menyiapkan kotoran sapi, kambing, ayam, leaf mold sebanyak 1 kg dan EM4 sebanyak 20 ml sesuai masing-masing perlakuan.
- Kemudian memasukkan kotoran sapi, kambing, ayam, leaf mold dan EM4 ke dalam wadah sesuai masing-masing perlakuan dan ulangan dan telah di isi air sebanyak 2 L.
- Setelah itu, memasukkan gula merah sebanyak 200 ml ke dalam masing-masing wadah/toples lalu diaduk hingga merata.
- Toples kemudian ditutup dan difermentasi selama 21 hari.

4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

5. Parameter Pengamatan

Dalam pembuatan mikroorganisme lokal (MOL) ini dilakukan pengamatan pada setiap perlakuan dan ulangan yang terdiri dari parameter yang berbeda-beda, diantaranya:

a. Parameter Utama (Uji Mikrobiologi dan Uji Kimia)

Penelitian ini dilakukan uji mikrobiologi (bakteri). Uji mikrobiologi merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui jumlah isolate bakteri dan macam-macam genus bakteri yang dilakukan pada masing-masing unit percobaan. Dan uji pH (*Potencial of Hydrogen*) mikroorganisme lokal dilakukan di Laboratorium Tanah Universitas Borneo Tarakan.

b. Parameter Pendukung (Uji Fisik)

Parameter pendukung pada mikroorganisme lokal ini yaitu uji fisik terdiri dari suhu, warna, aroma dan gelembung udara. Pengamatan dilakukan selama proses fermentasi berlangsung yang dilakukan setiap hari sampai larutan mikroorganisme lokal dinyatakan matang.

Dalam masing-masing uji tersebut dilakukan dengan cara:

- a) Suhu dilakukan menggunakan alat *thermometer* yang dilakukan untuk mengetahui perubahan temperature oleh aktivitas mikrobiologi pengurai terhadap mikroorganisme lokal (MOL). Menurut Juanda *at all.*, (2011), suhu ideal tertinggi dalam proses fermentasi MOL adalah 30°C. Hal ini ada kaitannya dengan aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik yang menghasilkan energi dalam bentuk panas. Setelah mencapai puncak, suhu mulai menurun, diduga

karena aktivitas mikroorganisme dalam mengurai bahan organik semakin berkurang.

- b) Warna dilakukan untuk mengetahui warna MOL yang baik dengan Analisa indra penglihatan. MOL juga menghasilkan warna yang berbeda-beda tergantung pada bahan organiknya.

Effendi (2003) menyatakan warna MOL adalah warna yang ditimbulkan oleh kandungan bahan organik dan anorganik. Warna bahan-bahan organik misalnya tannin, liginin dan asam humus yang berasal dari dekomposisi bahan baku MOL.

- c) Pengujian gelembung udara dalam pembuatan MOL memiliki tujuan yang penting dalam proses fermentasi, di mana keberadaan gelembung udara ini dapat menunjukkan aktivitas mikroorganisme yang sedang berkembang dalam proses fermentasi tersebut. Gelembung udara biasanya muncul sebagai hasil dari aktivitas mikroorganisme, terutama dalam proses fermentasi yang melibatkan pembentukan gas, seperti karbon dioksida (CO_2). Pengujian gelembung udara dapat digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi proses tersebut

- d) Aroma dilakukan untuk mengetahui apakah MOL memiliki aroma yang menyengat atau tidak. Yuliana (2021), menyatakan bahwa mikroorganisme lokal yang siap digunakan dan telah matang dicirikan dengan bau asam seperti tapai. Bau asam yang ditimbulkan pada MOL merupakan hasil fermentasi yang menghasilkan asam organik. Menurut Yunilas *et al.*, (2022), asam organik yang dihasilkan merupakan hasil

aktivitas mikroorganisme yang melakukan hidrolisis karbohidrat, sehingga terbentuk asam organik berupa asam laktat dan alkohol.

6. Analisis Data

Data hasil penelitian berupa uji kimia dan uji mikrobiologi dianalisis menggunakan analisis sidik ragam sedangkan untuk uji fisik dilakukan hanya analisis data yang ada di lapangan. Untuk uji kimia dan mikrobiologi, apabila terdapat perbedaan nyata antar tiap data perlakuan maka akan dilanjutkan dengan Uji Berbeda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

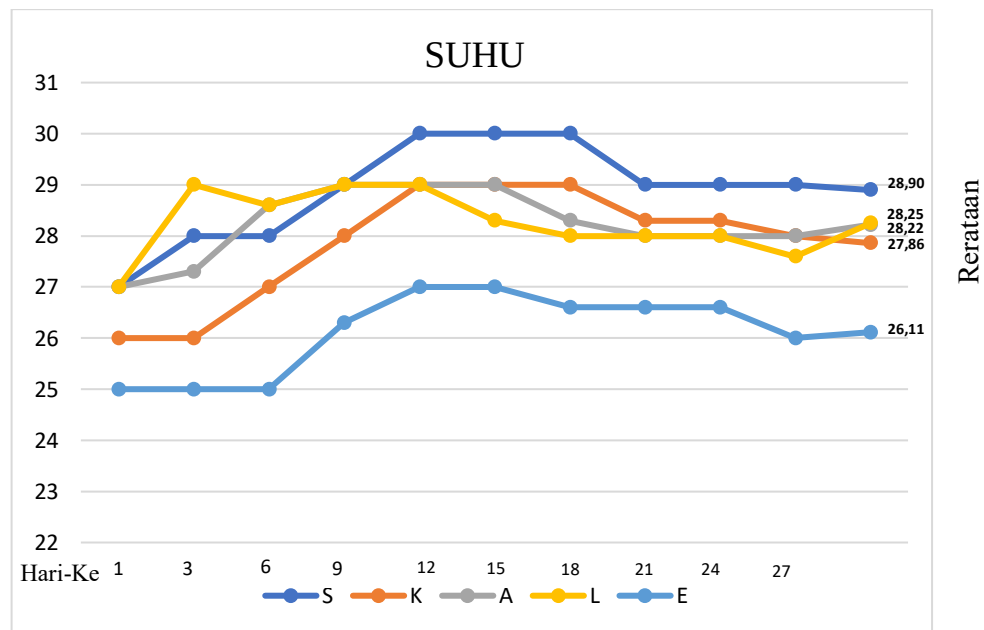
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Fisik Mikroorganisme Lokal (MOL)

Selama proses fermentasi MOL telah dilakukan uji fisik diantaranya suhu, warna, gelembung udara dan aroma. Adapun hasil data yang disajikan dibagi menjadi dua yaitu berupa tabel dan grafik. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan maka didapatkan data sebagai berikut.

4.1.1 Suhu

Hasil analisis suhu MOL pada masing-masing perlakuan dan ulangan yang diamati selama proses fermentasi berlangsung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik rata-rata suhu mikroorganisme lokal

Gambar 2 dapat diketahui bahwa rata-rata kenaikan suhu terjadi pada pengukuran ke-2 sampai pengukuran ke-7. Hal ini berkaitan dengan adanya proses respirasi oleh mikroorganisme. Yunilas *et al.*, (2022) menjelaskan, bahwa peningkatan suhu terjadi pada awal proses fermentasi yang disebabkan oleh mikroorganisme yang sedang melakukan respirasi dan aktivitas mikroorganisme

dalam mendekomposisi bahan organik yang menghasilkan energi dalam bentuk panas, sehingga larutan MOL menjadi panas. Setelah mencapai puncak, suhu mulai menurun, diduga karena aktivitas mikroorganisme dalam mengurai bahan organik semakin berkurang.

Hasil pengamatan suhu saat proses fermentasi MOL (tabel 5.1 lampiran 1) dapat diketahui bahwa rata-rata suhu tertinggi berada pada perlakuan S (sapi) yaitu 28,90 dan rata-rata suhu terendah berada pada perlakuan E (EM-4) yaitu 26,11. Sedangkan menurut Bahrin (2016), menyatakan bahwa untuk fermentasi MOL, suhu yang terbaik adalah antara 30°C hingga 35°C. Suhu ini mendukung pertumbuhan mikroorganisme secara optimal, sehingga proses fermentasi berjalan dengan baik tanpa menghambat aktivitas mikroorganisme. Pada suhu ini, mikroorganisme akan tumbuh dengan baik dan menghasilkan asam laktat. Dari pernyataan ini dapat disimpulkan bahwa suhu untuk rata-rata perlakuan dan ulangan pada MOL belum memenuhi suhu optimal, diduga karena wadah yang digunakan pada saat fermentasi tidak kedap udara sehingga menyebabkan suhu MOL rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sulistyorini dan Gunarso (2019), bahwa dalam pembuatan MOL, terutama jika fermentasi dilakukan dalam wadah yang tidak memiliki isolasi termal atau sumber panas tambahan dapat menyebabkan suhu internal bisa lebih rendah karena tidak ada mekanisme untuk menjaga suhu stabil. Jika wadah fermentasi tidak cukup dilapisi atau tertutup dengan baik, panas yang dihasilkan selama fermentasi bisa hilang dengan cepat, menyebabkan suhu fermentasi rendah.

4.1.3 Warna

Hasil analisis warna MOL pada masing-masing perlakuan dan ulangan yang diamati selama proses fermentasi berlangsung dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil pengamatan perububahan warna selama fermentasi

Perlakuan	Ulangan	Pengukuran-Ke									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	SU1	CK	CK	CK	CK	CK	CK	CK	CT	CT	CT
	SU2	CK	CK	CK	CK	CK	CK	CK	CT	CT	CT
	SU3	CK	CK	CK	CK	CK	CK	CK	CT	CT	CT
K	KU1	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT
	KU2	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT
	KU3	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT
A	AU1	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT
	AU2	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT
	AU3	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT
L	LU1	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
	LU2	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
	LU3	CM	CM	CM	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
E	EU1	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
	EU2	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
	EU3	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT

Keterangan: CT: Coklat Tua, CM: Coklat Muda, CK: Coklat Kekuningan

Berdasarkan pengamatan warna MOL selama proses fermentasi, perlakuan SU1, SU2, dan SU3 menunjukkan warna coklat kekuningan dari pengukuran awal hingga pengukuran ke-7, yang kemudian berubah menjadi coklat tua pada pengukuran ke-8 hingga ke-10. Pada perlakuan KU1, KU2, KU3, AU1, AU2, dan AU3, warna tetap coklat muda hingga pengukuran ke-6, lalu berubah menjadi coklat tua pada pengukuran ke-7 hingga ke-10. Perlakuan LU1, LU2, dan LU3 menunjukkan warna coklat muda pada pengukuran pertama hingga ketiga, dan berubah menjadi coklat tua pada pengukuran ke-4 hingga ke-10. Sementara itu, pada perlakuan EU1, EU2, dan EU3, warna tetap coklat tua sepanjang pengukuran dari awal hingga pengukuran ke-10 tanpa perubahan.

Hasil yang didapatkan tersebut dapat disimpulkan bahwa warna MOL dalam penelitian ini telah memiliki warna yang ideal yaitu coklat tua. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kadir dan Siregar (2018) bahwa warna MOL yang ideal dapat bervariasi tergantung pada bahan baku yang digunakan. Untuk kotoran ternak seperti kotoran sapi, kambing, dan ayam, serta bahan-bahan organik lainnya, warna MOL yang ideal adalah coklat tua/kehitaman, yang menunjukkan bahwa bahan organik telah terfermentasi dengan baik dan mikroorganisme pengurai bekerja efektif.

Penelitian oleh Sari dan Setiawan (2020) juga mendukung hal ini, yang menyebutkan bahwa MOL yang diformulasikan dengan EM4 menghasilkan warna gelap. EM4 yang sering digunakan untuk pembuatan MOL, biasanya menghasilkan warna coklat kekuningan hingga coklat tua setelah proses fermentasi. Warna ini menunjukkan bahwa mikroorganisme yang terkandung dalam EM-4, seperti bakteri asam laktat, ragi, dan actinomycetes, telah bekerja dengan baik menguraikan bahan organik.

Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat disimpulkan bahwa warna pada masing-masing perlakuan dan ulangan MOL telah mencapai warna yang ideal dalam kematangan MOL yaitu coklat tua.

4.1.4 Gelembung Udara

Hasil analisis gelembung udara MOL pada masing-masing perlakuan dan ulangan yang diamati selama proses fermentasi berlangsung dapat dilihat pada Table 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil pengamatan gelembung udara selama fermentasi

Perlakuan	Ulangan	Pengukuran-Ke									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	SU1	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	SU2	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	SU3	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
K	KU1	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	KU2	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	KU3	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
A	AU1	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	AU2	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	AU3	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
L	LU1	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	LU2	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	LU3	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
E	EU1	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
	EU2	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
	EU3	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-

Keterangan: Ada (+) dan tidak ada (-)

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa beberapa perlakuan seperti SU1, SU2, SU3, KU1, KU2, KU3, AU1, AU2, AU3, LU1, LU2, dan LU3 menunjukkan adanya gelembung udara pada pengukuran ke-2. Hal ini menandakan adanya aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) melalui proses fermentasi. Menurut Fitriantanto *et al.* (2016), terbentuknya gelembung udara dalam air menandakan adanya tekanan akibat terbentuknya gas CO₂ dari proses katabolisme secara anaerob, yang menjadi tanda bahwa fermentasi sedang berlangsung. Selanjutnya, pada pengukuran ke-9 dan ke-10 untuk perlakuan SU1, SU2, SU3, KU1, KU2, KU3, AU1, AU2, dan AU3, sudah tidak terlihat adanya gelembung udara lagi. Sementara itu, pada perlakuan LU1, LU2, dan LU3, gelembung udara tidak muncul lagi mulai dari pengukuran ke-5 hingga ke-10. Dan untuk perlakuan EU1, EU2 dan EU3 munculnya gelembung udara pada pengukuran ke-5 sampai pengukuran ke-9 dan selanjutnya pada pengukuran ke-10 sudah tidak ada lagi gelembung udara. Hal ini mengindikasikan bahwa fermentasi telah memasuki tahap akhir.

Hal tersebut di atas menandakan bahwa fermentasi telah memasuki tahap akhir dan proses penguraian bahan organik telah selesai dengan baik, sesuai dengan penjelasan Fitriantanto *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa tidak adanya gelembung udara menandakan bahwa fermentasi telah selesai dan MOL siap digunakan.

4.1.5 Aroma

Hasil analisis aroma MOL selama proses fermentasi berlangsung. Aroma produk fermentasi dikelompokkan atas 3 kriteria yaitu: tidak asam, sedikit asam dan asam, McElhlary (1994). Lihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil pengamatan aroma selama fermentasi

Ulangan	Pengukuran-Ke									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SU1	T A	T A	T A	T A	S A	S A	S A	A	A	A
SU2	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Asam	Asam	Asam
SU3	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Asam	Asam	Asam
KU1	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Asam	Asam	Asam
KU2	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Asam	Asam	Asam
KU3	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Sedikit Asam	Asam	Asam	Asam
AU1	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam
AU2	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam
AU3	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam
LU1	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam
LU2	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam
LU3	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Tidak Asam	Asam	Asam	Asam	Asam	Asam
EU1	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam
EU2	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam
EU3	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam	Sdikit Asam

Pada Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa perlakuan SU1, SU2, SU3, KU1, KU2, KU3 menunjukkan aroma asam/tapai mulai tercium pada pengukuran ke-8 hingga

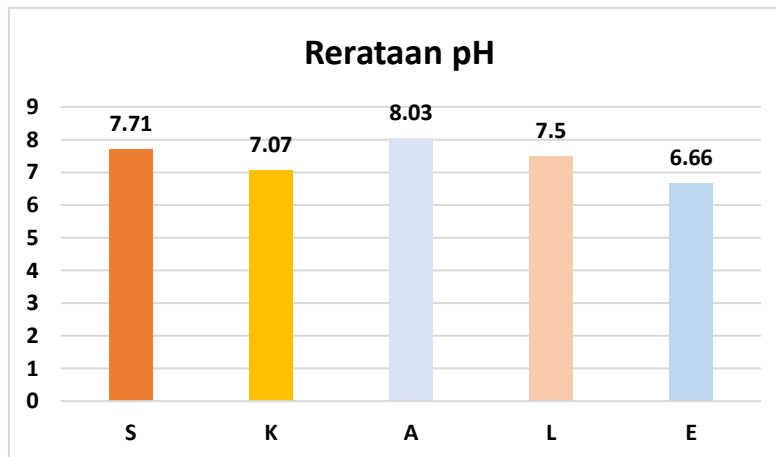
ke-10, yang menunjukkan bahwa pada perlakuan tersebut, mikroorganisme mengalami perkembangan yang optimal dalam rentang waktu tersebut. Untuk perlakuan AU1, AU2, AU3, perubahan aroma asam/tapai terjadi lebih awal, yaitu pada pengukuran ke-4 hingga ke-10, yang mengindikasikan proses fermentasi yang lebih cepat. Sementara itu, pada perlakuan LU1, LU2, LU3, perubahan aroma asam/tapai terdeteksi mulai pengukuran ke-6 hingga ke-10, sedangkan pada perlakuan EU1, EU2, dan EU3, aroma asam/tapai sudah tercium sejak pengukuran pertama hingga terakhir, yang menunjukkan bahwa kondisi tersebut sangat mendukung proses fermentasi sejak awal.

Berdasarkan pernyataan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa untuk aroma pada semua perlakuan telah sesuai dengan aroma kematangan MOL yaitu aroma tapai. Hal ini sesuai dengan pendapat Ekawandani dan Halimah (2021), yang menyatakan bahwa MOL yang berhasil ditandai dengan aroma yang menyerupai bau asam/tapai, yaitu aroma asam sedikit manis.

Mulyono (2016) juga menyatakan bahwa MOL yang siap digunakan dan telah matang dicirikan dengan bau asam seperti tapai. Bau asam yang ditimbulkan pada MOL merupakan hasil fermentasi yang menghasilkan asam organik.

4.2 Hasil Uji Kimia pada Mikroorganisme Lokal

Uji kimia pada MOL dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Borneo Tarakan. Adapun uji kimia pada MOL yaitu derajat keasaman (pH). Data yang didapatkan dari analisa laboratorium kemudian dianalisa menggunakan tabel sidik ragam ANNOVA dan dilakukan uji lanjut BNJ apabila berpengaruh nyata. Adapun hasil data uji kimia pada MOL dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Rata-rata kandungan pH pada MOL

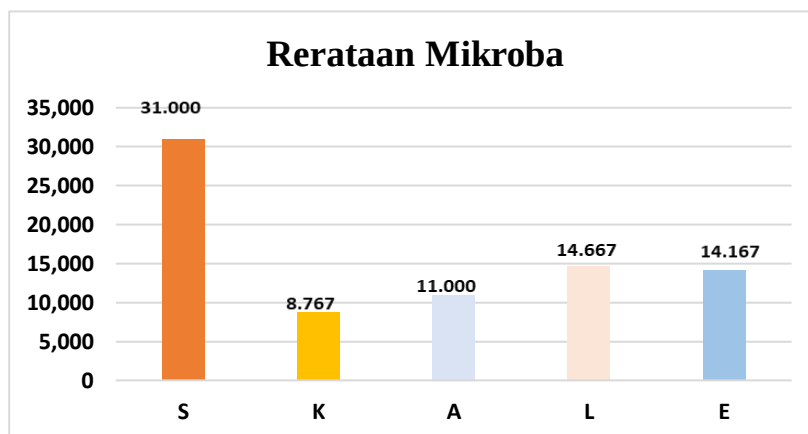
Pada Gambar 3 diketahui perlakuan E (EM-4) memiliki nilai rata-rata lebih rendah dari perlakuan lainnya yaitu 6,66. Namun nilai pH dengan rata-rata 6,66 pada perlakuan E ini merupakan nilai pH yang ideal untuk MOL. Menurut Sutanto (2014) pH yang baik untuk MOL yang akan dijadikan starter pembentukan pupuk organik yaitu antara 4-6. Sedangkan untuk perlakuan S, K, A dan L memiliki kandungan pH yang lebih tinggi dari pH optimum yang memiliki rata-rata 7,07-8,03. Salah satu penyebab utama peningkatan pH selama fermentasi adalah proses hidrolisis bahan organik yang ada dalam kotoran hewan dan atau bahan organik lainnya. Ketika bahan organik ini terurai, terutama dalam kondisi anaerobik, protein dalam kotoran hewan dapat terurai menjadi amonia (NH_3). Amonia adalah senyawa basa yang dapat meningkatkan pH media fermentasi. Ini sesuai dengan penjelasan Sundarapandian *et al.* (2014), yang menyebutkan bahwa proses penguraian protein dalam kotoran hewan dapat menghasilkan amonia, yang bersifat basa dan dapat menyebabkan kenaikan pH pada media fermentasi. Dari pernyataan ini, dapat disimpulkan bahwa dari semua perlakuan dalam proses pembuatan MOL kandungan pH yang ideal berada pada perlakuan E (EM-4).

Tabel hasil analisis sidik ragam (Tabel 5.4 Lampiran 2) terhadap kandungan pH MOL menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan yang diberikan terhadap pH MOL yang dihasilkan. Oleh karena itu, untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan perbedaan paling signifikan, maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% yang disajikan dalam Tabel 5.5 (Lampiran 2).

Berdasarkan hasil analisis BNJ 5% (Lampiran 2), perlakuan E (EM-4) dengan rata-rata pH 6,66 tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan K (kambing) yang memiliki rata-rata pH 7,07. Selain itu, perlakuan L (leaf mold) dengan rata-rata pH 7,50 tidak berbeda nyata dengan perlakuan S (sapi) dan A (ayam), yang berarti perlakuan L lebih mirip dengan S dan A dalam hal pH MOL, namun tetap berbeda signifikan dengan perlakuan E (EM-4). Dengan demikian, perlakuan S (sapi) dan A (ayam) menunjukkan perbedaan paling signifikan jika dibandingkan dengan E (EM-4). Maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang memberikan perbedaan signifikan adalah perlakuan S (sapi) dan A (ayam), yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan E (EM-4).

4.3 Hasil Uji Mikrobiologi pada Mikroorganisme Lokal (MOL)

Uji mikrobiologi pada MOL juga dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Borneo Tarakan. Adapun uji mikrobiologi pada mikroorganisme lokal (MOL) yaitu jumlah total bakteri dan identifikasi jenis bakteri. Data yang didapatkan dari analisa laboratorium kemudian dianalisa menggunakan tabel sidik ragam ANNOVA dan dilakukan uji lanjut BNJ apabila berpengaruh nyata. Adapun hasil data uji jumlah total bakteri pada MOL dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram rata-rata kandungan mikroba pada MOL

Berdasarkan Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa kandungan mikroba dengan populasi paling banyak dalam uji mikrobiologi pada MOL terdapat pada perlakuan S (sapi), namun masih dibawah jumlah mikroba yang optimal pada MOL. Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 5.6 (Lampiran 2), menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan mikroba pada MOL. Menurut Madigan *et al.* (2015), kandungan mikroba pada MOL dapat dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengganggu metabolisme mikroba, menghambat pembentukan enzim, dan menurunkan laju fermentasi. Suhu yang lebih rendah dapat menyebabkan mikroba menjadi tidak aktif, sementara suhu yang lebih tinggi dapat membunuh mikroba atau menyebabkan denaturasi enzim yang penting.

Berdasarkan pernyataan di atas, diketahui bahwa pada MOL telah dilakukan uji fisik, salah satunya adalah pengujian suhu secara manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu pada MOL belum mencapai suhu optimal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kandungan mikroba dalam MOL belum mencapai jumlah yang optimal, hal ini diduga karena disebabkan oleh suhu yang belum sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan mikroba yang optimal.

Hasil analisa laboratorium (Lampiran 4) menunjukkan kandungan mikroba paling rendah terdapat pada perlakuan KU1 dengan total kandungan bakteri $1,6 \times 10^3$ dan kandungan mikroba paling tinggi terdapat pada perlakuan SU1 dengan total kandungan $4,1 \times 10^4$.

Menurut Zhao *et al.*, 2014. untuk mencapai efektivitas maksimal, jumlah dan jenis bakteri dalam MOL harus dalam jumlah yang seimbang. Kandungan mikroba yang optimal akan tergantung pada berbagai faktor seperti jenis bahan organik, waktu fermentasi, dan kondisi lingkungan (suhu, pH, kelembaban).

MOL yang efektif, jumlah mikroba harus mencapai lebih dari 10^7 hingga 10^8 CFU/mL (unit formasi koloni per milliliter) agar dapat memberikan manfaat yang signifikan pada tanaman. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan jumlah mikroba pada MOL belum mencapai jumlah optimal.

Hasil uji mikrobiologi pada MOL maka didapatkan jenis-jenis mikroba pada MOL yang disajikan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Total jenis mikroba pada MOL

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
S	<i>Pythium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>	<i>Pythium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>	<i>Pythium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>
K	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Rhizopus sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Rhizopus sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Rhizopus sp.</i>
A	<i>Rhizopus sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>
L	<i>Aspergillus sp.</i> , <i>Mycogone sp.</i>	<i>Aspergillus sp.</i> , <i>Mycogone sp.</i>	<i>Aspergillus sp.</i> , <i>Mycogone sp.</i>
E	<i>Humicola sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>	<i>Humicola sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>	<i>Humicola sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>
Jumlah Total	6 Jenis Mikroba		

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil analisis laboratorium, diketahui bahwa komposisi jenis mikroba pada MOL bervariasi tergantung perlakuan yang dilakukan. Pada perlakuan AU1, AU2, dan AU3 ditemukan *Pythium sp.* dan *Aspergillus sp.*, yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik. Perlakuan KU1, KU2, dan KU3 mengandung *Fusarium sp.* dan *Rhizopus sp.*, yang masing-masing dikenal sebagai patogen dan agen fermentasi. Mikroba pada perlakuan AU1, AU2, dan AU3 ditemukan tiga jenis bakteri, yaitu *Fusarium sp.*, *Rhizopus sp.*, dan *Aspergillus sp.* Sementara itu, LU1, LU2, dan LU3 mengandung *Aspergillus sp.* dan *Mycogone sp.*, yang dapat memengaruhi interaksi mikroba di lingkungan MOL. Pada perlakuan terakhir EU1, EU2 dan EU3 ditemukan *Humicola sp.* dan *Aspergillus sp.*, di mana *Humicola sp.* dikenal membantu penguraian bahan organik.

Kehadiran *Aspergillus sp.* pada hampir semua perlakuan menunjukkan perannya yang signifikan dalam fermentasi, sedangkan variasi bakteri lainnya mencerminkan pengaruh kondisi lingkungan atau bahan dasar MOL terhadap keanekaragaman mikroba.

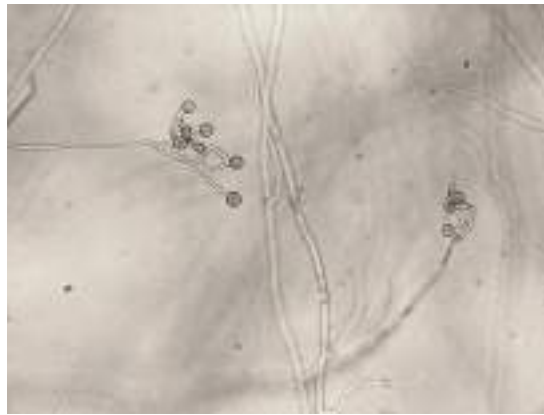
4.2.1 Karakteristik Jenis Mikroba pada MOL

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa teridentifikasi enam jenis mikroba atau jamur yang dikelompokkan dalam tiga kelompok berdasarkan cara reproduksi dan struktur tubuhnya yaitu:

a. *Oomycota* sp. (Bukan Jamur Sejati/Fungi)

Oomycota adalah kelompok organisme mirip jamur yang sebelumnya digolongkan dalam *Fungi*, tetapi kini diketahui bahwa mereka lebih dekat dengan kelompok *Chromista*. Ciri khas utama dari *Oomycota* adalah pembentukan oospora (spora seksual) yang terbentuk dalam struktur yang disebut oosista. *Oomycota* memiliki hifa yang tidak memiliki sekat dan berkembang dalam bentuk filamen yang disebut mycelium. Mereka sering kali ditemukan dalam habitat berair dan memiliki peran sebagai dekomposer atau patogen tanaman. Raven, P. H., dan Johnson, G. B. (2002).

Pada penelitian ini ditemukan satu jenis jamur yang termasuk dalam kelompok *Oomycota* sp., yaitu *Pythium* sp. *Pythium* sp., adalah jamur air yang masuk dalam kelompok *Oomycota*, yang sebelumnya sering dianggap sebagai bagian dari *Fungi*, tetapi lebih tepat digolongkan dalam kelompok yang terpisah karena perbedaan dalam struktur sel dan cara reproduksi. Jamur ini memiliki karakteristik tubuh hifa yang lebih sederhana dibandingkan dengan jamur sejati dan membentuk spora yang disebut zoospora yang dapat bergerak. *Pythium* sering menjadi patogen pada tanaman dan dapat menyebabkan pembusukan akar. Walaupun demikian, *Pythium* sp. memiliki kemampuan dalam menguraikan bahan organik dengan efisien. Jenis *Pythium* tertentu, seperti *Pythium oligandrum*, memiliki potensi sebagai agens pengendali hayati untuk patogen tanaman, dengan cara menghambat pertumbuhan jamur patogen lainnya. Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., dan Blackwell, M. (1996).



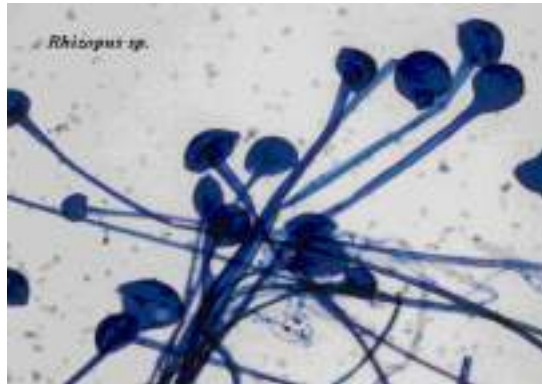
Gambar 5 *Pythium* sp. (Bachi, P 2023)

b. *Zygomycota*

Zygomycota adalah kelompok jamur yang dapat ditemukan pada bahan organik yang membusuk. Ciri khas utama dari *Zygomycota* adalah proses reproduksi seksual yang menghasilkan zygospora, yang terbentuk dalam *zygosporangium* setelah fusi antara dua hifa yang memiliki perbedaan jenis kelamin. Hifa jamur ini bersifat coenocytic, yang memungkinkan aliran sitoplasma di sepanjang hifa tanpa sekat. *Zygomycota* ditemukan sebagai dekomposer di lingkungan yang lembap dan merupakan bagian penting dalam siklus nutrisi ekosistem. Raven, P. H., dan Johnson, G. B. (2002).

Salah satu jenis jamur yang teridentifikasi pada penelitian ini adalah *Rhizopus* sp. *Rhizopus* sp. tergolong dalam *Zygomycota*, lebih tepatnya dalam kelas *Zygomycetes*. Jamur ini terkenal karena reproduksi seksualnya yang menghasilkan zigospora. *Rhizopus* sering ditemukan pada bahan organik yang membusuk dan digunakan dalam industri fermentasi untuk menghasilkan asam organik seperti asam sitrat. *Rhizopus* sp. dapat membantu proses dekomposisi bahan organik dalam pembuatan kompos dan pupuk organik, yang

meningkatkan kesuburan tanah. Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., dan Blackwell, M. (1996).



Gambar 6 Rhizopus sp (Anonim c, 2013).

c. *Ascomycota*

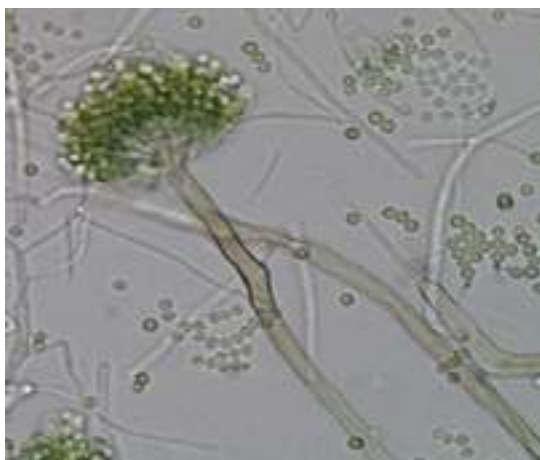
Ascomycota adalah kelompok jamur yang memiliki karakteristik utama berupa askus, di mana proses fertilisasi menghasilkan askospora. Jamur dalam kelompok ini umumnya berbentuk mikroskopis dan dapat ditemukan sebagai dekomposer, patogen, atau simbiosis dengan tumbuhan. Mereka sangat berperan dalam ekosistem sebagai pengurai bahan organik. Raven, P. H., dan Johnson, G. B. (2002).

Berdasarkan hasil uji laboratorium tanah Universitas Borneo Tarakan teridentifikasi 4 jenis jamur yang termasuk dalam kelompok *ascomyota* ini yang terdiri dari:

a) *Aspergillus sp*

Aspergillus sp. termasuk dalam kelompok jamur *Ascomycota*, lebih tepatnya dalam kelas *Eurotiomycetes*. Genus ini dikenal karena menghasilkan konidia, yaitu spora aseksual yang tersebar melalui udara, dan memiliki

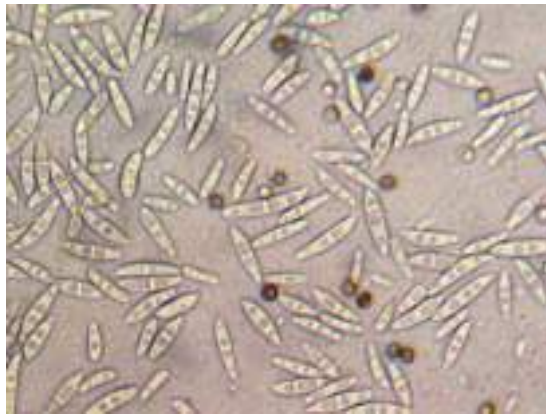
struktur hifa yang khas, dengan konidiofor yang mengandung spora. Meskipun *Aspergillus* dapat berkembang biak secara aseksual dengan menghasilkan konidia, beberapa spesies dalam genus ini juga dapat berkembang biak secara seksual, menghasilkan askus, yang merupakan ciri khas jamur dalam *Ascomycota*. Menurut penelitian oleh Samson. (2010), *Aspergillus sp.* merupakan salah satu genus penting dalam *Ascomycota*, karena beberapa spesiesnya dapat memproduksi metabolit sekunder yang berguna secara industri, seperti asam organik dan enzim. Beberapa spesies *Aspergillus*, seperti *Aspergillus niger*, digunakan dalam pembuatan MOL karena kemampuannya dalam menghasilkan enzim yang mendekomposisi bahan organik. *Aspergillus* juga berperan dalam fermentasi yang digunakan untuk meningkatkan kualitas pupuk organik. *Aspergillus sp.* merupakan salah satu jamur endofit yang dapat hidup pada tanaman, aktivitasnya dipengaruhi oleh pH, temperatur, oksigen, sumber karbon, trace elemen seperti Fe dan Zn, konsentrasi garam, memproduksi senyawa yang berperan sebagai antifungi dan antibakteri (Vo Thi Ngoc My dan Nguyen Van Thanh, 2021).



Gambar 7 *Aspergillus sp* (Anonim, 2013).

b) *Fusarium sp.*

Fusarium sp. merupakan jamur yang tergolong dalam *Ascomycota*, lebih tepatnya dalam kelas *Sordariomycetes*. Jamur ini menghasilkan spora aseksual berupa konidia dan sering ditemukan pada tanaman sebagai patogen yang menyebabkan penyakit seperti fusariosis. Meskipun *Fusarium* umumnya dikenal sebagai patogen tanaman, beberapa spesiesnya, seperti *Fusarium oxysporum*, digunakan dalam pengendalian hayati patogen tanaman lain dalam pembuatan MOL. O'Donnell, K., *et al.* (2013).

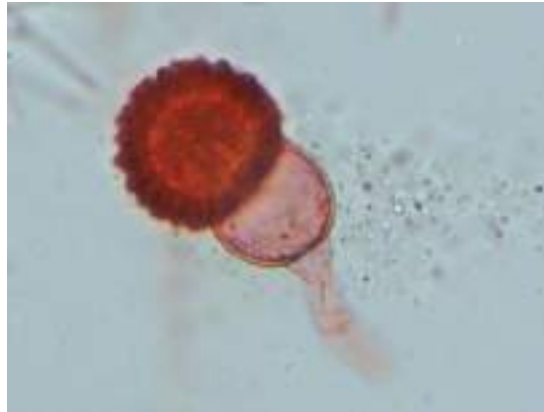


Gambar 8 *Fusarium sp* (Damayanti,2009).

c) *Mycogone sp*

Mycogone termasuk dalam *Ascomycota*, khususnya dalam ordo *Xylariales*. Jamur ini dikenal sebagai patogen tanaman, yang sering ditemukan pada tanaman hortikultura, menyebabkan penyakit seperti busuk akar. *Mycogone* menghasilkan askospora dalam askus sebagai bentuk reproduksi seksual. Meskipun berpotensi merugikan sebagai patogen, *Mycogone* juga memiliki potensi sebagai agen pengendali hayati. Zhang, Y., *et al.* (2014). *Mycogone sp* adalah genus dari jamur yang termasuk dalam famili *Hypocreaceae*.

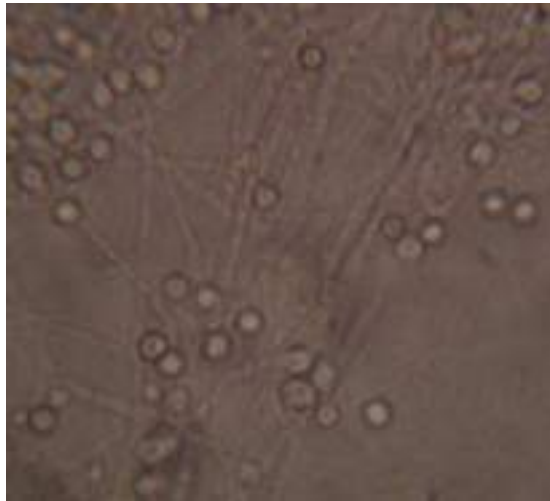
Mycogone dikenal sebagai parasit pada jamur lain, terutama spesies dari genus *Agaricus* dan beberapa genus lainnya. Kim *et al.* (2012),



Gambar 9 *Mycogone* sp (Wen, Z. at al 2010)

d. *Humicola* sp.

Humicola sp. termasuk dalam *Ascomycota*, khususnya dalam kelas *Eurotiomycetes*. Jamur ini terkenal karena kemampuan menguraikan bahan organik seperti lignin dan selulosa. *Humicola* menghasilkan enzim yang penting dalam proses dekomposisi dan memiliki aplikasi dalam industri. *Humicola* sering ditemukan di tanah atau pada bahan organik yang membusuk, berperan sebagai dekomposer dalam ekosistem alami. Selain itu, *Humicola* menghasilkan berbagai enzim yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri, seperti xilanase, amilase, dan lipase. *Humicola* berperan penting dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik, yang bermanfaat untuk meningkatkan kualitas pupuk organik. Enzim-enzim yang dihasilkan oleh *Humicola*, seperti xilanase dan laksase, membantu dalam menguraikan bahan organik yang sulit terurai, sehingga mempercepat pembusukan dan memperkaya kandungan nutrisi dalam kompos. Saran, S., Kumari, M., dan Singh, A. (2019).



Gambar 10 *Humicola* sp. (Sitepu, H., et al. 2011)

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan kotoran sapi, kambing, ayam, leaf mold dan EM-4 mempengaruhi perubahan fisik pada MOL, seperti perubahan warna menjadi coklat tua, munculnya gelembung udara, dan aroma yang asam seperti tape. Namun tidak memberikan pengaruh terhadap suhu larutan MOL, karena masih tercatat dibawah suhu optimal.

Hasil sidik ragam pada masing-masing perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap uji kimia (pH) larutan MOL. Dan kualitas larutan MOL terbaik berdasarkan parameter kimia (pH) terdapat pada perlakuan E (EM-4) yaitu dengan rata-rata pH 6,66.

Hasil analisis sidik ragam pada uji mikrobiologi larutan MOL menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah populasi mikroba pada larutan MOL. Jumlah mikroba dengan populasi paling tinggi terdapat pada perlakuan S (sapi) yaitu 93000 CFU/ml, namun belum memenuhi jumlah populasi mikroba yang optimal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan sebagai berikut:

- 1) Perlu dilakukan analisis awal terhadap kandungan bahan dasar yang digunakan dalam proses pembuatan MOL.
- 2) Dalam proses fermentasi MOL, wadah yang digunakan pada saat fermentasi harus dalam keadaan benar-benar tertutup rapat.

- 3) Perlu dilakukan uji lanjut terhadap pengaruh waktu fermentasi atau lama fermentasi pada kualitas larutan MOL.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayub S Parnata. 2010. Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik. Penerbit: PT Agro Media Pustaka.74-75.
- Arifin, Z., T. Triyono, dkk. 2019. Pengolahan Limbah Kotoran Sapi dan Onggok Pati Aren Menjadi Pupuk Organik. Prosiding senadimas Ke-4. Hal 191- 196.
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., & Blackwell, M. (1996). *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons.
- Anonim.2013.Fungi.http://pendidikankarakter.org/biosciencelearning/materi/fungi_2013.pdf.
- Bai, S. M. Ravi K. D.J. Mukesh K. Balashanmugan. M.D. Balakumaran. P.T. Kalaicchevl an. 2012. Cellulase Production by *Bacillus subtilis* Isolated from Cow Dung. Archives of Applied Science Research. Volume (4).
- Bachi, P. 2023. University of Kentucky Research and Education Center, Bugwood.org
- Balittanah. 2014. Biochar: Pembenh Tanah Yang Potensial. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Badan Litbang Pertanian. 2019. Teknologi Pengolahan Lada Putih. <http://babel.litbang.pertanian.go.id/index.php/sdm2/15-info-teknologi/441-lada-putih>.
- Bahrn, A. (2016). "Penggunaan Mikroorganisme Lokal (MOL) dalam Pertanian Berkelanjutan." LPPM Universitas Lampung.
- Dewi, T. K dan Kartika, Claudia. (2014), Pembuatan Gas Bio Dari Serbuk Gergaji, Kotoran Sapi, Dan Larutan EM-4, Jurnal Teknik Kimia, No.1 Vol.20. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Damayanti, D. 2009. Jamur Fusarium. <http://sciweb.nybg.org/science2/hcol/fusarium3.asp>. Akses 03 Oktober 2009
- Ekawandani, Nunik dan Alvianingsih. (2018). Efektivitas Kompos Daun Menggunakan EM4 dan Kotoran Sapi. Jurnal TEDC. Vol. 2 No. 2 Hal. 145-149
- Ekawandani, N., & Halimah, N. (2021). Pengaruh Penambahan Mikroorganisme Lokal (MOL) Dari Nasi Basi Terhadap Pupuk Organik Cair Cangkang Telur. BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi, 6(2), 78–85. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v6i2.4944>

- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kasinius. Yogyakarta. 258 hal.
- Edwards, C. A. (2004). *Earthworm Ecology*. CRC Press
- Fierer, N., et al. (2009). "Bacterial community structure in soil and leaf litter." *Science*, 324(5927), 718-721.
- Fahlevi, A. Y., Purnomo, Z. T., & Mulia Shitophyta, L. (2021). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Urine Kambing Jawa Randu dan Sampah Organik Rumah Tangga. *Rekayasa*, 14(1), 84–92.
- Fitria yusni. 2013. Pengaruh Konsentrasi Poc Nasa Dan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Serta Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Teuku Umar Meulaboh. Aceh Barat.
- Fitriani M.S., Evita dan Jasminarni. 2015. Uji Efektifitas Beberapa Mikroorganisme Lokal Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sain*. 17 (2): 68-74.
- Fitriantanto, L., Sukarsono, Rofieq, A. (2016). Pengaruh konsentrasi mikroorganisme lokal feses sapi terhadap kandungan gas metan dari sampah organik pasar. In *Prosiding Seminar Nasional*, 2: 915-920.
- Hadi, R. A. (2019). Pemanfaatan MOL (Mikroorganisme Lokal) dari Materi yang Tersedia di Sekitar Lingkungan. *Jurnal Agrosience (Agsci)*, 9(1), 93. <https://doi.org/10.35194/agsci.v9i1.637>
- Hidayati, Y.A., E.T. Marlina, Tb. Benito A.K., dan E. Harlia. 2010. Pengaruh Campuran Feses Sapi Potong dan Feses Kuda Pada Proses Pengomposan Terhadap Kualitas Kompos. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 8(6): 299-303.
- Hartatik, W., L.R. Widowati. 2006. Pupuk kandang. Dalam Simanungkalit et al. (ed). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. p.59–82. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Hapsari, A., Y. 2013. Kualitas Dan Kuantitas Kandungan Pupuk Organik Limbah Serasah Dengan Inokulum Kotoran Sapi Secara Semianaerob. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Hesti, H., Agung N. 2017. CCP dan CP Pada Proses Pengolahan CPO dan CPKO. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Deepublish.

- Holifah, S. (2017). Analisis Penambahan Kotoran Kambing dan Kuda pada Proses Bioremediasi Oil Sludge di Pertambangan Desa Wonocolo. Semarang: Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Iasha Diana Putri. (2020). No Title. Pengolahan Kotoran Sapi Dan Limbah Sayuran Menjadi Pupuk Organik Dengan Metode Vermicomposting Menggunakan Cacing *Lumbricus Rubellus* Di Desa Cibodas, Kecamatan Pasir Jambu, Kabupaten Bandung. Universitas Trisakti.
- Indriani, Y. H. 2007. Membuat Pupuk Organik Secara Singkat. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Juwita, A. I., Mustafa, A., & Tamrin, R. (2017). Studi Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) sebagai mikro organisme lokal (MOL). *Agrointek*, 11(1),
- Kadir, S. & Siregar, R. (2018). "Pengaruh Bahan Baku Limbah Pertanian Terhadap Kualitas Pupuk Organik Cair." *Jurnal Agrobioteknologi*, 5(2), 48-55.
- Kim, J. D., Kim, B. R., & Kim, S. U. (2012). Antifungal activity of *Mycogone* sp. against plant pathogenic fungi. *Journal of Microbiology*, 50(4), 656-662.
- Kumar, R., N. Kumawat, Y. K. Sahu. 2017. Role of biofertilizers in agriculture. *Popular Kheti*. 5 (4): 63-66.
- Kueppers, U., García, J. A., & Morán, A. (2008). Actinomycetes and their role in organic matter decomposition in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(8), 2002-2011.
- Lingga, P., dan Marsono. 2001. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Manuputty, A. Jacob; J.P. Haumahu, 2012. "Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi Dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon". *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. Vol.1, No.2.
- Mulyono. 2016. Membuat Mikroorganisme Lokal (MOL) & Kompos dari Sampah Rumah Tangga. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Manullang, R. R., Rusmini, & Daryono. (2017). Sifat Fisik Kombinasi Mikroorganisme Lokal. *Buletin Loupe*, 14(1), 30–34.
- Musnamar, E. I., 2009. Pupuk Organik: Cair dan Padat, Pembuatan, Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta

- Nazari, Alvera Prihatini Dewi. 2010. Tanggap Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) terhadap Pemberian Bokashi Kotoran Sapi dan Air Kelapa. *Media Sains*, Volume 2 Nomor 1, April 2010; ISSN 2085-3548.
- O'Donnell, K., et al. (2013). *Fusarium* species: Taxonomy, ecology, and pathogenicity. *Phytopathology*, 103(4), 504-516.
- Prasetyo, A.F., Ujang, Suryadi., Erna, K., Septy, E.E., Fuad, A., dan Galih, F.F. 2018. Pemberian Probiotik Berbasis Mikroorganisme Lokal (MOL) terhadap Kualitas Karkas Broiler. *Jurnal Ilmiah INOVASI*. Vol 18(2); 99-103
- Putri AI. 2008. Pengaruh media organik terhadap indeks mutu bibit cendana (*Santalum album*). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 21 (1): 1-8.
- Putri, N. M. (2020). Uji Efektivitas EM4 dalam Mendegradasi Total petroleum Hydrocarbon pada Limbah Oli. Banda Aceh: Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Parnata, A. 2010. Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta. 143 hal
- Rohman, I., & Yulianto, A. (2020). *Pemanfaatan Kotoran Ternak dalam Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL) untuk Pertanian Organik*. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 12(3), 102-110.
- Rahyu, TB., Simanjuntak dan Suprihati. 2014. Pemberian Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Wortel (*Daucus Carota*) dan Bawang Daun (*Allium Fistulosum* L.) Dengan Budidaya Tumpang Sari. *Jurnal agric* 20 (1-2): 1-10.
- Raven, P. H., & Johnson, G. B. (2002). *Biology* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Ratna, Hariani., 2018, “Potensi Beberapa Jenis Feses Ternak terhadap Total Koloni Bakteri, Bakteri Asam Laktat, Kapang MOL Yang Dihasilkan” Skripsi Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang.
- Riswandi dan Muslima, R.A. 2018. Manajemen Pemberian Pakan Ternak Kambing di Desa Sukamulya Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 7(2): 24-32.
- Rasyiddin, F. A. (2017) „Pupuk Organik Cair“, Kajian Pupuk Organik, Pp. 5–16.
- Safitri, D., Mercia. 2017. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea Mays* L.). [skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Lampung: Lampung.
- Sembiring, K. R., Hanafi, N. D., & Umar, S. 2019. Respon urin kambing yang difermentasi dengan EM4 terhadap produktivitas rumput *Brachiaria*

- humidicola dan *Digitaria milanijana*. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 7(1), 188–195.
- Samson, R. A., et al. (2010). *Aspergillus* species: A taxonomic overview. *Studies in Mycology*, 63(1), 1-19.
- Sharma, K., Garg, V. K., & Singh, S. (2018). Composting and Vermicomposting: A Review. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 53, 1-13.
- Suryani, Yoni, Astuti, Barnadeta, Oktavia, dan Siti Ummiyati. 2010. “Isolasi dan Karakteristik Bakteri Asam Laktat dari Limbah Kotoran Ayam sebagai Agensi Probiotik dan Enzim Kolesterol Reduktase”. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Yogyakarta*. Hal : 138-147.
- Sitepu, H.,(2011). Eksplorasi Jamur Antagonis Spesifik Lokal untuk Pengendalian Jamur Patogen Penyebab Busuk daun dan Umbi Tanaman Kentang. Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Farming Semarang, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sari, V.I., Sudradjat, S., dan Sugiyanta, S. 2015. Peran Pupuk Organik dalam Meningkatkan Efektifitas Pupuk Nkp Pada Bibit Kelapa Sawit di Pembibitan Utama. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 43(2): 153-160.
- Steviano, O., dan E. Kustanti. 2021. *MOL Bahan Organik Kaya Manfaat*. Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian. Bogor.
- Sari, W. I., S. Fajriani, dan Sudiarso. 2016. Respon pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) terhadap penambahan berbagai dosis pupuk organik vermikompos dan pupuk anorganik. *J. Produksi Tanaman*. 4 (1) : 57 - 62.
- Sari, S. P. 2017. *Produksi Biogas dari Biomassa Eceng Gondok dengan Penambahan Limbah Kotoran & Urin Sapi sebagai Sumber Inokulum*. Skripsi. Universitas Andalas. Padang.
- Safitri, D., Mercia. 2017. *Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (Zea Mays L.)*. [skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Lampung: Lampung.
- Sari, D., & Setiawan, W. (2020). Pengaruh Penggunaan EM-4 dalam Pembuatan MOL terhadap Kualitas Pupuk Organik. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(2), 56-64.
- Sitepu, H.,(2011). Eksplorasi Jamur Antagonis Spesifik Lokal untuk Pengendalian Jamur Patogen Penyebab Busuk daun dan Umbi Tanaman Kentang. Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Farming Semarang, Universitas Diponegoro, Semarang.

- Sulaksana, K. A., Suarjana, I. G., dan Besung, I. N. (2017). Perbandingan Jumlah Bakteri Non-Coliform pada Feses Sapi Bali Berdasarkan Tingkat Kedewasaan dan Tipe Pemeliharaan. *Buletin Veteriner Udayana* Vol 9 No. 2, hal: 139-144.
- Sulistiyorini, S. & Gunarso, A. (2019). "Fermentasi Mikroorganisme Lokal (MOL) dari Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik." *Jurnal Agroekoteknologi*, 6(2), 122-130.
- Sutanto, S. (2014). *Teknologi Pembuatan Pupuk Organik dengan MOL*. Penerbit AgroMedia, Jakarta.
- Saran, S., Kumari, M., & Singh, A. (2019). *Humicola sp.*: A versatile ligninolytic fungus. *International Journal of Microbial Research*, 10(2), 1-9.
- Sundarapandian, S., Rajendran, S., & Subramanian, S. (2014). *Effect of organic fertilizers and microbial inoculants on soil properties and crop yield. International Journal of Soil Science*, 9(2), 145-155. <https://doi.org/10.3923/ijss.2014.145.155>
- Trivana, L., Yudha Pradhana, A., & Pahala Manambangtua, A. (2017). Optimalisasi Waktu Pengomposan Pupuk Kandang Dari Kotoran Kambing Dan Debu Sabut Kelapa Dengan Bioaktivator Em4. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 9(1), 16–24. <https://doi.org/10.20885/Jstl.Vol9.Iss1.Art2>
- Ulfa Nurullita. 2003. Efektivitas Variasi Penambahan Kotoran Sapi, Dedak, Mollase dan EM4 Terhadap Penurunan Volume Sampah Organik dan Sampah Campuran, *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, Fakultas Kesehatan Masyarakat Unimus volume 1 nomor 1, Juli 2003. ISSN 1693-3443.
- Vo Thi NgocMy, Nguyen Van Thanh, 2021. The Diversity of Endophytic *Aspergillus*. 1-7. In Book: Biodiversity of Ecosystems. 222 p.
- Wen, Z. Q., Wang, Y. X., Liu, X. R., and Xie, B. G. 2010. Population differentiation of *Mycogone perniciosa* in Fujian, China. *Mycosystema* 29:329-334.
- Warouw, Verry R.CH. 2019. Analisis Kandungan Unsur Hara pada Kotoran Sapi di Daerah Dataran Tinggi dan Dataran Rendah. *Jurnal Cocos Universitas Sam Ratulangi*. Volume (2):6.
- Widyastuti, A. & Santoso, M. (2020). "Pembuatan MOL dan Penerapannya dalam Pertanian Organik." *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(3), 159-169.
- Wahyuni M 2022. Kelapa Sawit, Biologi, Pertubuhan dan Produktivitasnya. Cahaya Harapan. Yogyakarta.

- Yuliana, M. (2021). The effect of local microorganism (MOL) as liquid organic fertilizer to the growth of *Ipomea reptans* Poir. *J. Biota*, 7(1): 51-56.
- Yunilas, Siregar, A.Z., Mirwhandhono, E., Purba, A., Fati, N., & Malvin, T. (2022). Potensi dan karakteristik larutan mikroorganisme lokal (MOL) berbasis limbah sayur sebagai bioaktivator dalam fermentasi. *J. of Livestock and Animal Health*, 5(2): 53-59.
- Yuniwati Murni, (2012). "Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos dari Sampah Organik Dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM-4" Fakultas Teknologi Industri Institusi Sains dan Teknologi AKPRIND: Yogyakarta.
- Yuliarti, N. 2009. 1001 Cara Menghasilkan Pupuk Organik. Andi. Yogyakarta. 70 hal.
- Yandi, A., Marlina, N., dan Rosmiah. 2016. Pengaruh Waktu Inkubasi dan Takaran Kompos Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan Gulma dan Produksi Tanaman Jagung Hibrida (*Zea mays* L.) di Lahan Lebak. *Jurnal Klorofil*. 9 (1): 41-50.
- Yanni, R. 2012. Pengaruh pemberian Berbagai Macam Dosis Pupuk Kandang Ayam dan Sapi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomea reptans* Poir) pada Dua Kali Tanam. Skripsi. Program Studi Pertanian. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru. 66 hal.
- Zhang, Y., et al. (2014). *Mycogone* and its relationship to *Ascomycota*: Phylogenetic perspectives. *Fungal Biology Reviews*, 28(3), 85-93.
- Zuhro, F., Hasanah, H. U., Winarso, S., Hoesain, M., dan Arifandi, D. (2019). Karakterisasi Pupuk Organik Berbahan Dasar Kotoran Hewan. *Agritrop*, Vol 17 (1), Hal: 103-112.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Uji Suhu, pH dan Jumlah Mikroorganisme

Tabel 5. 1 Hasil pengamatan suhu selama proses fermentasi

Pengukuran- Ke	Perlakuan				
	S	K	A	L	E
1	27 °C	26°C	27°C	27°C	25°C
2	28°C	26°C	27,3°C	29°C	25°C
3	28°C	27°C	28,6°C	28,6°C	25°C
4	29°C	28°C	29°C	29°C	26,3°C
5	30°C	29°C	29°C	29°C	27°C
6	30°C	29°C	29°C	28,3°C	27°C
7	30°C	29°C	28,3°C	28°C	26,6°C
8	29°C	28,3°C	28°C	28°C	26,6°C
9	29°C	28,3°C	28°C	28°C	26,6°C
10	29°C	28°C	28°C	27,6°C	26°C
Rerataan	28,90°C	27,86°C	28,22°C	28,25°C	26,11°C

Tabel 5. 2 Hasil rata-rata derajat keasaman (pH)

PERLAKUAN	ULANGAN			Rerataan
	1	2	3	
S	7,68	7,84	7,63	7,71c
K	6,97	7,13	7,11	7,07ab
A	8,06	7,94	8,1	8,03c
L	7,66	7,81	7,05	7,5bc
E	6,59	6,77	6,62	6,66a

Tabel 5. 3 Total jumlah bakteri pada hasil (MOL)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
S	4.1 x 10 ⁴	2.8 x 10 ⁴	2.4 x 10 ⁴	93000	31.000
K	1.6 x 10 ³	2.3 x 10 ⁴	1.7 x 10 ³	26300	8.767
A	1.7 x 10 ⁴	2.0 x 10 ³	1.4 x 10 ⁴	33000	11.000
L	2.1 x 10 ⁴	1.2 x 10 ⁴	1.1 x 10 ⁴	44000	14.667
E	2.2 x 10 ⁴	1.9 x 10 ⁴	1.5 x 10 ³	42500	14.167

Lampiran 2 Tabel Sidik Ragam dan Tabel Uji BNJ 5%

Tabel 5. 4 Hasil sidik ragam kandungan pH pada MOL

SK	DB	JK	KT	FHIT	F5%	F1%
Perlakuan	4	3,507693	0,876923	22,15572	3,48	5,99
Galat	10	0,3958	0,03958			
Total	14	3,903493				

Tabel 5. 5 Hasil uji lanjut BNJ 5% pH MOL

Perlakuan	BNJ 5%
E (EM-4)	6,66 a
K (kambing)	7,07 ab
L (leaf mold)	7,50 bc
S (sapi)	7,71 c
A (ayam)	8,03 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% (BNJ)

Tabel 5. 6 Hasil sidik ragam kandungan mikroba pada MOL

SK	DB	JK	KT	FHIT	F5%	F1%
Perlakuan	4	922,284	230571	2,57	3,48	5,99
Galat	10	893,720	89372			
Total	14	1.816,004				

Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Gambar 11 Pengambilan kotoran sapi di BMF



Gambar 12 Pengambilan Kotoran Kambing di BMF



Gambar 13 Pengambilan kotoran ayam di Desa Teluk Selimau



Gambar 14 Pengambilan LeafMold di Hutan kota Tanjung Selor



Gambar 15 Semua Bahan Baku



Gambar 16 Proses Pengolahan Bahan Baku (Kotoran kambing)



Gambar 17 Penimbangan Bahan Baku



Gambar 18 Penakaran Air (2 Liter)



Gambar 19 Menuangkan Air Ke Dalam Wadah Fermentasi



Gambar 20 Menakar Gula Merah (200 ml)



Gambar 21 Penakaran EM-4 20 ml (Khusus Untuk Perlakuan E)



Gambar 22 Memasukkan Bahan Baku Kedalam Wadah



Gambar 23 Proses Pencampuran Semua Bahan



Gambar 24 Wadah Fermentasi Ditutup Rapat



Gambar 25 Proses Fermentasi

Lampiran 4 Hasil Analisis Laboratorium



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN FAKULTAS PERTANIAN JURUSAN AGROTEKNOLOGI

Alamat: Jl. Arafat Lama Km. 01 Tarakan, Kalimantan Utara 66221
Telp. (0531) 2127111, Fax. (0531) 202318, e-mail: deff@ubt.ac.id

LABORATORIUM ILMU TANAH LAPORAN HASIL ANALISA MIKROORGANISME

Nomor : 028/UT-APRIL/22/2024
Penelitian : Nova Sefiani Daud
Lokasi : Mda. Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara
Jenis Sampel : Pupuk Cair (MOCU)
Jumlah Sampel : 15 sampel

Analisis Mikroorganisme

No	Kode	Keterangan	pH	Jumlah Mikroba		Distribusi Analisa		NEMATODA	
				JAUH		DEKAT			
				Arbang Kritis (pp 1802020)	Stasi Pengamatan	Arbang Kritis (pp 1802020)	Stasi Pengamatan	Identifikasi	Identifikasi
1	LUT	-	7.08	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	2.1 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
2	LUT	-	7.01	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	1.2 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
3	LUT	-	7.05	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	1.1 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
4	LUT	-	6.97	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	1.8 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
5	LUT	-	7.13	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	2.3 x 10^4	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
6	LUT	-	7.11	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	1.7 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
7	LUT	-	6.98	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	2.2 x 10^4	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
8	LUT	-	6.77	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	1.9 x 10^4	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
9	LUT	-	6.82	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	1.5 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
10	LUT	-	6.06	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	1.7 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
11	LUT	-	7.94	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	2.0 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.
12	LUT	-	8.10	$< 10^7$ cfu/g	-	$< 10^7$ cfu/g	1.4 x 10^7	Total	Agar plates sp. Microgms sp.



Sampel		pH H ₂ O	Pusat studi Analisis											
No	Kode Keterangan		Jumlah Mikroba :					BAKTERI					NEMATODA	
			Amboang Kritis (pp 150/2003)	Hasil Pengamatan	Melebihi Tidak	Identifikasi	Amboang Kritis (pp 150/2003)	Hasil Pengamatan	Melebihi Tidak	Identifikasi	Amboang Kritis	Hasil Pengamatan	Melebihi Tidak	Identifikasi
12	DLT	-	7,68	« 10 ⁷ cfu/g	-	-	« 10 ⁷ cfu/g	4 x 10 ⁷	Tidak	Pythium sp. Aspergillus sp.	« 10 ⁷ cfu/g	-	-	
14	DLQ	-	7,84	« 10 ⁷ cfu/g	-	-	« 10 ⁷ cfu/g	2,8 x 10 ⁷	Tidak	Pythium sp. Aspergillus sp.	« 10 ⁷ cfu/g	-	-	
15	DLQ	-	7,63	« 10 ⁷ cfu/g	-	-	« 10 ⁷ cfu/g	2,4 x 10 ⁷	Tidak	Pythium sp. Aspergillus sp.	« 10 ⁷ cfu/g	-	-	

* Tidak ada bakteri dalam tabung media menurut PP 150/2003

Tarikkan, 12 Desember 2024



Amris
Benny Tiding, SP
NIK. 10090138