

**SELEKSI DAN KARAKTERISASI ANTIBAKTERI DARI BAKTERI
Lactobacillus sp. ASAL VERMIKOMPOS TERHADAP *Bacillus* sp. DAN
*Escherichia coli***

Skripsi

Oleh

WAHYU APRIA NINGSIH

2057021008



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

SELEKSI DAN KARAKTERISASI ANTIBAKTERI DARI BAKTERI *Lactobacillus* sp. ASAL VERMIKOMPOS TERHADAP *Bacillus* sp. DAN *Escherichia coli*

Oleh

WAHYU APRIA NINGSIH

Vermikompos merupakan salah satu pupuk organik yang dihasilkan dari proses fermentasi cacing tanah. Vermikompos dijadikan pupuk organik untuk mengatasi permasalahan penurunan kualitas tanah karena rendahnya tingkat kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan. Hasil fermentasi dari cacing tanah akan dilakukan proses penguraian yang dibantu oleh berbagai macam mikroba tanah diantaranya yaitu *Lactobacillus* sp. *Lactobacillus* sp. merupakan salah satu genus bakteri asam laktat (BAL) yang dapat membantu proses penguraian bahan organik dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain karena mengandung senyawa berupa asam laktat, asam asetat, asam propionat, bakteriosin dan hidrogen peroksida. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk seleksi pertumbuhan bakteri *Lactobacillus* sp. berdasarkan pH dan suhu serta mengkarakterisasi antibakteri *Lactobacillus* sp. terhadap *Bacillus* sp. dan *E.coli*. Rancangan penelitian yang digunakan bersifat deskriptif untuk melihat zona hambat yang terbentuk. Metode pengukuran yang digunakan adalah metode difusi kertas cakram, besaran kemampuan hambatan dari antibakteri terhadap pertumbuhan *Bacillus* sp. dan *E.coli*. Antibakteri yang digunakan berupa antibakteri yang berasal dari *Lactobacillus* sp. dengan jenis antibakteri tanpa penetralan dan antibakteri dengan penetralan yaitu menggunakan NaOH 1 M. Hasil Penelitian berdasarkan uji pH 6 dan pH 8 serta uji suhu ruang (28°C), 37° C, dan 45° C koloni LB51 lebih dominan untuk tumbuh serta terdapat zona hambat yang dihasilkan dari bakteri uji *Bacillus* sp. dan *E.coli*. Koloni LB6, LB29, LB37, LB44 dan LB51 pada antibakteri yang bersifat tanpa penetralan mampu menghambat pertumbuhan *Bacillus* sp. sedangkan koloni LB37 dan LB51 pada antibakteri yang bersifat tanpa penetralan mampu menghambat pertumbuhan *E.coli*.

Kata kunci: Vermikompos, *Lactobacillus* sp. Antibakteri

ABSTRACT

SELECTION AND ANTIBACTERY CHARACTERIZATION OF THE BACTERY *Lactobacillus* sp. FROM VERMICOMPOS TO *Bacillus* sp. AND *Escherichia coli*

By

WAHYU APRIA NINGSIH

Vermicompost is one the organic fertilizers produced from the fermentation process of earthworms. Vermicompost is used as organic fertilizer to overcome the problem of soil quality degradation due to low soil fertility due to excessive use of inorganic fertilizers. The fermentation results from earthworms will be decomposed by various soil microbes including *Lactobacillus* sp. *Lactobacillus* sp. is one genus of lactic acid bacteria (LAB) that can help the process of decomposing organic matter and can inhibit the growth of other bacteria because it contains compounds such as lactic acid, acetic acid, propionic acid, bacteriocins and hydrogen peroxide. The purpose of this study was to select the growth of *Lactobacillus* sp. bacteria based on pH and temperature and characterize the antibacterial *Lactobacillus* sp. against *Bacillus* sp. and *E.coli*. The research design used was descriptive to see the inhibition zone formed. The measurement method used is the disc paper diffusion method, the amount of inhibition ability of antibacterial against the growth of *Bacillus* sp. and *E.coli*. antibacterials used are antibacterials derived from *Lactobacillus* sp. with antibacterial types without neutralization and antibacterials with neutralization using 1 M NaOH. Research results based on pH 6 and pH 8 tests and room temperature tests (28° C), 37° C, and 45° C LB51 colonies are more dominant to grow and there are inhibition zones produced from *Bacillus* sp. and *E.coli* test bacteria. Colonies LB6, LB29, LB37, LB44 and LB51 in the antibacterial without concentrating were able to inhibit the growth og *Bacillus* sp. while colonies LB37 and LB51 in the antibacterial without concentrating were able to inhibit the growth of *E.coli*.

Keywords : Vermicompost, *Lactobacillus* sp. Antibacterial

**SELEKSI DAN KARAKTERISASI ANTIBAKTERI DARI BAKTERI
Lactobacillus sp. ASAL VERMIKOMPOS TERHADAP *Bacillus* sp. DAN
*Escherichia coli***

Oleh

WAHYU APRIA NINGSIH

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **SELEKSI DAN KARAKTERISASI ANTIBAKTERI
DARI BAKTERI *Lactobacillus* sp. ASAL
VERMIKOMPOS TERHADAP *Bacillus* sp. DAN
*Escherichia coli***

Nama Mahasiswa : **Wahyu Apria Ningsih**

NPM : 2057021008

Program S-1 : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI,
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Sumardi, M.Si.
NIP 19650325 199103 1 003

Ir. Salman Farisi, M.Si.
NIP 19610418 198703 1 001

2. Ketua Jurusan Biologi
FMIPA Universitas Lampung

Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP 19830131 200812 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dr. Sumardi, M.Si.**



Sekretaris : **Ir. Salman Farisi, M.Si.**



Penguji : **Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP 19711001 200501 1 002

3. Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **5 Juni 2024**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Apria Ningsih
NPM : 2057021008
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sejujurnya, bahwa karya ilmiah saya sebagai tugas akhir dalam bentuk skripsi yang berjudul:

“Seleksi dan Karakterisasi Antibakteri dari Bakteri *Lactobacillus* sp. Asal Vermikompos Terhadap *Bacillus* sp. dan *Escherichia coli*”

Secara keseluruhan baik data, hasil analisis maupun penelusuran kajian ilmiahnya adalah benar hasil karya orisinil dan usaha saya sendiri berdasarkan riset yang telah dilakukan dan arahan dari komisi pembimbing dan pembahas. Karya ilmiah ini saya susun mengikuti norma dan etika penulisan yang berlaku. Saya memastikan bahwa tidak terdapat duplikasi dari karya ilmiah orang lain, kecuali terdapat pendapat yang tertulis jelas sebagai acuan untuk mendukung ulasan dengan menuliskan nama penulis dan dicantumkan di daftar pustaka. Apabila kelak terbukti bahwa persyaratan yang saya buat ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum yang sedang berlaku.

Bandar Lampung, 5 Juni 2024

Yang menandatangani



Wahyu Apria Ningsih

NPM. 2057021008

RIWAYAT HIDUP



Wahyu Apria Ningsih, lahir di Desa Adi Mulyo pada tanggal 28 April 2002. Penulis merupakan anak ke-1 dari 2 bersaudara, dari Bapak Juwardi dan Ibu Elda Yani. Penulis mengawali pendidikan di TK Dharma Wanita tahun 2007-2008. Kemudian melanjutkan jenjang sekolah dasar di SDN 01 Adi Mulyo tahun 2008-2014. Selanjutnya penulis masuk ke jenjang sekolah menengah pertama di SMPN 01 Panca Jaya tahun 2014-2017 dan melanjutkan ke jenjang sekolah menengah atas di SMAN 01 Simpang Pematang tahun 2017-2020.

Penulis masuk ke Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN) Barat pada tahun 2020. Mengawali studi sebagai mahasiswa, penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio) yaitu sebagai anggota bidang Sains dan Teknologi periode tahun 2022. Penulis pernah menjadi sekretaris pelaksana dalam acara Webinar Bioteknologi pada tahun 2021. Selanjutnya penulis pernah menjadi sub koordinator Olimpiade Konservasi dalam acara Pekan Konservasi Sumber Daya Alam (PKSDA) ke-26 tahun 2022. Selama menempuh pendidikan penulis juga menjadi asisten praktikum mata kuliah Mikrobiologi Umum, Fisiologi Mikroba dan Rekayasa Genetika. Selain itu, penulis melakukan Kerja Praktek (KP) di BALAI BESAR PENGAWAS OBAT DAN MAKAN (BBPOM) DI BANDAR LAMPUNG pada tahun 2023 dan menghasilkan karya ilmiah berupa laporan kerja praktek yang berjudul “Pengujian Mutu Melalui *Growth Promotion Test* (GPT) Sesuai ISO 1113- (2) Pada Media Pertumbuhan Mikroba di Laboratorium Balai Besar POM di Bandar Lampung”

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Tuhan yang maha Esa, Terima kasih atas karunia-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Keluarga Saya, terkhusus orang tua Saya Bapak Juwardi dan Ibu Elda Yani terima kasih atas doa, dukungan dan selalu menjadi pendengar terbaik Saya. Terima kasih juga untuk segala bentuk perhatian, arahan dan juga nasihat yang diteloh diberikan kepada Saya. Kakak Saya Wahyu Apria Ningrum, terima kasih telah memotivasi saya untuk segera menyelesaikan skripsi ini.

Dosen Pembimbing dan pembahas saya, terima kasih atas segala kesabaran dan juga arahnya karena telah banyak membimbing saya selama menyusun skripsi ini.

Almamaterku tercinta.

MOTTO

“Kunci kesuksesan itu adalah Niat, tekun, bersabar dan ikhlas”

“Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lain”
(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad- Daruqutni).

“Jika seseorang meninggal dunia, maka terputuslah amalannya kecuali tiga perkara (yaitu): sedekah jariyah, ilmu yang bermanfaat, dan do’a anak yang sholeh”

(HR. Muslim No. 1631)

SANWACANA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha ESA atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Saya dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Seleksi dan Karakterisasi Antibakteri dari Bakteri *Lactobacillus* sp. Asal Vermikompos Terhadap *Bacillus* sp. dan *Escherichia coli*”. Karya tulis ini ditujukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Pada kesempatan ini, Saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung;
4. Bapak Prof. Dr. Sumardi, M.Si. selaku pembimbing I yang telah memberikan topik penelitian, bimbingan, arahan dan juga masukkan selama penelitian dan penyusunan skripsi;
5. Bapak Ir. Salman Farisi, M.Si. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan, masukkan dan motivasi untuk penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi;
6. Ibu Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si. selaku pembahas yang telah memberikan semangat, masukkan dan arahan dalam hal penulisan dan pembahasan yang membangun dalam penyusunan skripsi;

7. Ibu Dra. Yulianty, M.Si. selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan, arahan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi;
8. Ibu Oni Mastuti, S.Si. selaku laboran Laboratorium Mikrobiologi yang selalu menemani dan membantu penulis selama penelitian di Laboratorium Mikrobiologi;
9. Kedua Orang Tua Saya Bapak Juwardi dan Ibu Elda Yani yang selalu memberikan semangat, doa, nasihat dan juga dukungan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi;
10. Wahyu Apria Ningrum, S.H. selaku kembaran penulis yang selalu setia menemani dan memberikan motivasi hingga penulis menyelesaikan skripsi;
11. Deasy Putri Veron Saragih, selaku teman kost penulis yang selalu setia menemani penulis selama penyusunan skripsi;
12. Indah Khairunnisa, S.Si. selaku teman penulis yang baik dan telah banyak sekali membantu selama penyusunan skripsi;
13. Teman-teman penelitian Laboratorium Mikrobiologi 2020 (Shelby, Fathiyah, Nouriza, Lela, Nabela, Asa, Diana, Aina, Arum, Manda, Tamara, Jean, Bintang, Tina, Salsa, Nurma, Hana, Reynaldi, Khusnul, Indah) yang telah menemani, membantu dan kebersamaian penulis selama penelitian di Laboratorium Mikrobiologi;
14. Teman-teman Biologi angkatan 2020 atas kebaikan dan dukungan kepada penulis.

Bandar Lampung, 5 Juni 2024
Penulis

Wahyu Apria Ningsih

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN JUDUL DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Kerangka Pemikiran.....	3
1.5. Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Vermikompos.....	5
2.2. Bakteri Asam Laktat	6
2.3. <i>Lactobacillus</i> sp.	7
2.4. Senyawa Antibakteri.....	9
2.5. <i>Bacillus</i> sp.	10
2.6. <i>Escherichia coli</i>	12

III. METODE PENELITIAN.....	14
3.1. Waktu dan Tempat	14
3.2. Alat dan Bahan.....	14
3.2.1. Alat	14
3.2.2. Bahan.....	14
3.3. Metode Penelitian	15
3.4. Prosedur Kerja	15
3.4.1. Seleksi Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. Asal Vermikompos	15
3.4.2. Uji Karakterisasi Antibakteri <i>Lactobacillus</i> sp.	16
3.4.3. Uji Aktivitas Antibakteri	17
3.4.4. Perhitungan Luas Zona Hambat Antibakteri Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp.	18
3.5 Analisis Data.....	19
3.6 Diagram Alir	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Hasil	21
4.1.1 Seleksi Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. Berdasarkan pH dan Suhu.....	21
4.1.2 Uji Antibakteri Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. Terhadap <i>Bacillus</i> sp dan <i>E.coli</i>	23
4.2 Pembahasan.....	24
4.2.1 Seleksi Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. Terhadap pH dan Suhu	24
4.2.2 Uji Antibakteri Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. Terhadap <i>Bacillus</i> sp. dan <i>E.coli</i>	29
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1. Simpulan	36
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Seleksi Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. Berdasarkan pH dan Suhu	21
Tabel 2. Hasil Uji Antibakteri Terhadap <i>Bacillus</i> sp. dan <i>E. coli</i>	24

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pupuk vermikompos dari kotoran cacing tanah.....	5
Gambar 2. <i>Lactobacillus</i> sp. setelah dilakukan pewarnaan Gram.....	8
Gambar 3. Struktur dari <i>Bacillus</i> sp.	10
Gambar 4. Struktur dari <i>E. coli</i>	13
Gambar 5. Diagram Pengukuran Zona Hambat	19
Gambar 6. Perlakuan Uji pH	44
Gambar 7. Perlakuan Uji Suhu	44
Gambar 8. Pembuatan Media Produksi Antibakteri.....	44
Gambar 9. Bakteri Uji <i>Bacillus</i> sp. dan <i>E. coli</i>	44
Gambar 10. Hasil Uji Suhu Ruang	44
Gambar 11. Hasil Uji Suhu 37°C	44
Gambar 12. Hasil Uji pH 8 <i>Lactobacillus</i> sp.	45
Gambar 13. Hasil Uji pH 6 <i>Lactobacillus</i> sp.	45
Gambar 14. Hasil Uji pH 4 <i>Lactobacillus</i> sp.	45
Gambar 15. Hasil Zona Hambat pada Bakteri Uji <i>E. coli</i>	45
Gambar 16. Kontrol Positif <i>E. coli</i>	45
Gambar 17. Kontrol Positif <i>Bacillus</i> sp.	45

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Vermikompos merupakan salah satu pupuk organik yang dihasilkan dari kotoran cacing yang telah mengalami fermentasi selama proses pencernaan. Vermikompos dijadikan pupuk organik untuk mengatasi permasalahan penurunan kualitas tanah karena rendahnya tingkat kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan. Jenis cacing *Eudrilus eugeniae* dapat dijadikan sebagai vermikompos karena sifatnya sebagai cacing tanah yang mempunyai kemampuan untuk berkembang lebih cepat serta memiliki nafsu makan yang tinggi. Dengan adanya media hidup cacing yang cukup dan dilakukan penambahan pakan, proses vermikompos dikatakan berhasil (Hazra dkk., 2018).

Proses pembuatan vermikompos menggunakan bahan baku berupa sampah organik yang dicampur dengan cacing tanah. Cacing tanah mempunyai peran penting dalam proses vermikompos yaitu untuk mendekomposisi material organik dan meningkatkan bahan organik yang akan diuraikan oleh bantuan mikroba (Chaniago dan Inriyani, 2019). Di dalam kandungan vermikompos terdapat humus yang dihasilkan dari ekskresi cacing tanah. Bahan organik akan dicerna oleh cacing tanah dalam bentuk kompleks dan dikeluarkan dalam bentuk yang lebih sederhana (Susanti dkk., 2022).

Pembuatan vermikompos dibantu oleh aktivitas mikroba untuk proses penguraian bahan organik. Proses penguraian bahan organik terjadi pada karbon yang dihasilkan dari fermentasi cacing tanah, lalu digunakan mikroba sebagai sumber energi. *Lactobacillus* sp. merupakan salah satu genus bakteri

asam laktat (BAL) yang membutuhkan sumber karbon berupa glukosa, vitamin B, sumber mineral seperti Mg, Mn dan S serta sumber nitrogen berupa asam amino sebagai nutrisi penunjang pertumbuhannya yang dapat diperoleh dari vermikompos (Susanti dkk., 2022).

Lactobacillus sp. merupakan bakteri Gram positif dengan bentuk sel *coccobacilli*, tidak berspora, tidak bersifat motil dan bersifat katalase negatif. Mempunyai warna koloni putih susu atau cream, berbentuk bulat dan selnya batang dengan ukuran 0,5-1,2 x 1,0 10,0 μm serta dapat bertahan hidup di suhu optimum yaitu 30-37° C. *Lactobacillus* sp. dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain karena memiliki sifat bakteriostatik dan bakterisidal yaitu sifat mencegah dan membunuh pertumbuhan bakteri jenis lainnya. Senyawa antimikroba yang dapat dihasilkan berupa asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida dan bakteriosin (Aini dkk., 2021). Pada proses vermikompos jika mengalami pengomposan yang lebih lama karbohidrat dapat dimanfaatkan mikroba untuk proses metabolisme dan kemampuan menghasilkan asam laktat pada mikroba semakin meningkat (Susanti dkk., 2022).

Senyawa antibakteri yang dihasilkan oleh *Lactobacillus plantarum* adalah asam laktat, hidrogen peroksida dan bakteriosin. Dari senyawa antibakteri yang dihasilkan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila* dan *Bacillus cereus* (Sulistiani, 2017) Bakteri asam laktat *Lactobacillus* sp. yang berasal dari minuman fermentasi sari buah nanas dapat menghambat pertumbuhan *Bacillus cereus* dengan menghasilkan zona hambat 4,48-13,97 mm² (Rizal dkk., 2016).

Lactobacillus sp. dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *E.coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan rata-rata menghasilkan zona hambat 7,76 mm dan 31, 17 mm (Komara, 2022). Namun isolat bakteri *Lactobacillus* sp. yang dihasilkan dari vermikompos belum diketahui apakah mempunyai kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen maka dengan ini perlu dilakukan seleksi dan karakterisasi serta uji antibakteri isolat *Lactobacillus* sp. terhadap bakteri *Bacillus* sp. dan *E.coli*.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seleksi bakteri *Lactobacillus* sp. berdasarkan pH dan suhu.
2. Karakterisasi antibakteri dari *Lactobacillus* sp.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan mampu menjadi sarana informasi yang dapat memberikan pemahaman mengenai potensi sifat dari bakteri *Lactobacillus* sp. asal vermikompos.
2. Dapat memberikan alternatif dalam pengembangan antibiotik alami yang lebih aman dan berkelanjutan.

1.4. Kerangka Pemikiran

Vermikompos merupakan pupuk organik yang dihasilkan dari proses fermentasi cacing tanah. Hasil fermentasi yang dikeluarkan oleh cacing tanah akan diuraikan oleh bantuan mikroba dengan cara menguraikan bahan organik yang berbentuk kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh tanaman. Bahan organik yang dihasilkan dari proses fermentasi cacing tanah berupa unsur hara fosfat, nitrogen, kalsium, kalium, karbon, sulfat, besi, magnesium, boron dan mangan.

Lactobacillus sp. merupakan jenis bakteri asam laktat yang dapat membantu proses penguraian bahan organik dan mampu menghambat pertumbuhan bakteri lain. Beberapa kandungan senyawa antibakteri yang terdapat dalam *Lactobacillus* sp. yaitu asam laktat, asam asetat, asam propionat, bakteriosin, dan hidrogen peroksida. Kandungan senyawa yang dihasilkan dari *Lactobacillus* sp. dapat menghambat proses pertumbuhan bakteri lain dengan mempengaruhi sistem kerja metabolisme, merusak stabilitas membran dan mengubah permeabilitas membran. Namun ada beberapa jenis *Lactobacillus* sp. yang menghasilkan senyawa antibakteri

yang tidak sama. Maka perbedaan senyawa yang dihasilkan dapat mempengaruhi daya hambat pertumbuhan bakteri lain.

1.5. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. H1 : Terseleksinya bakteri *Lactobacillus* sp. berdasarkan pH dan suhu.
H0 : Tidak terseleksi bakteri *Lactobacillus* sp. berdasarkan pH dan suhu.
2. H1 : Ditemukan bakteri *Lactobacillus* sp. terkarakterisasi berdasarkan berdasarkan uji antibakterinya.
H0 : Tidak ditemukan bakteri *Lactobacillus* sp. terkarakterisasi berdasarkan uji antibakterinya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Vermikompos

Dalam penelitian Chaniago dan Inriyani (2019) menyatakan vermicompos berasal dari Bahasa latin *vermis* yang artinya cacing, dan kompos.

Vermikompos merupakan pupuk kompos organik yang terdekomposisi di dalam saluran pencernaan cacing lalu menghasilkan suatu kotoran yang telah melewati proses fermentasi (Mayani dkk., 2021).



Gambar 1. Pupuk vermicompos dari kotoran cacing tanah (Sumber: Prasetya, 2020)

Gambar 1. contoh gambar dari pupuk vermicompos yang berasal dari kotoran cacing tanah. Proses pembuatan vermicompos memiliki perbedaan dengan pembuatan jenis kompos lainnya karena proses penguraiannya menggunakan bantuan cacing tanah (Chaniago dan Inriyani, 2019). Bahan-bahan organik dijadikan sumber makanan oleh cacing tanah. Hasil pencernaan berupa kotoran bahan-bahan organik dari cacing tanah disebut juga dengan vermicompos (Widya, 2012). Jenis cacing yang digunakan dalam proses pengomposan adalah *Lumbricus rubellus* dan *Eisenia foetida* karena mampu

mengonsumsi bahan organik yang tinggi dan mentoleransi perubahan lingkungan secara luas (Kuncoro dan Elfarisna, 2019).

Pembuatan vermikompos dibantu oleh aktivitas mikroba untuk proses penguraian bahan organik. Pada penelitian Pathma and Sakthivel (2012) menyatakan bahwa mikroba *Pseudomonas*, *Paenibacillus*, *Azoarcus*, *Burkholderia*, *Spiroplasma*, *Acaligenes*, dan *Acidobacterium* dapat berpotensi dalam proses penguraian beberapa bahan organik di dalam usus cacing tanah. Lalu pada penelitian Stephen and Saleh (2023) ditemukan strain homofermentatif *Lactobacillus* sp. yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari berbagai sumber bahan organik, termasuk pada pupuk vermikompos.

2.2. Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat merupakan bakteri Gram positif berbentuk basil atau kokus, bersifat non motil, bersifat katalase negatif dan mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam. Bakteri asam laktat dengan bentuk basil diduga berasal dari genus *Lactobacillus*, Sedangkan pada bakteri bentuk kokus diduga genus *Streptococcus*, *Pediococcus*, dan *Leuconostoc* (Aisyah dkk., 2014). Morfologi pada bakteri asam laktat mempunyai koloni yang bulat, tepi koloni licin dan bentuk elevasinya yang bermacam-macam seperti *umbonate*, *crateriform*, dan *pulvinate*, permukaannya cembung dan cekung serta mempunyai warna koloni putih susu dan krem (Fauziyah dkk., 2023).

Pada saat pengecatan Gram dan diamati di mikroskop bakteri asam laktat akan menghasilkan warna ungu. Bakteri asam laktat mempunyai dinding sel berupa peptidoglikan yang tebal sehingga mampu mempertahankan zat pewarna kristal violet meskipun telah diberikan larutan aseton atau alkohol (Hamidah, 2019).

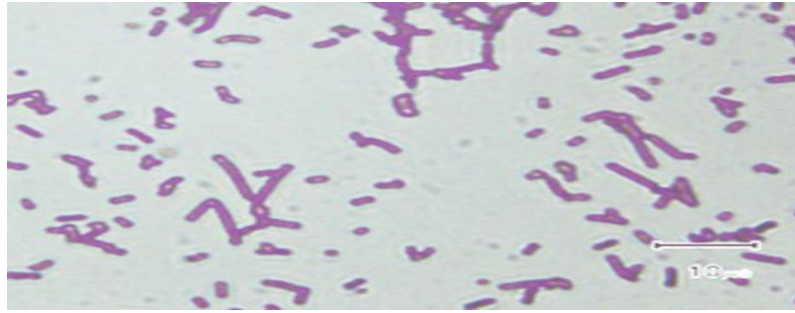
Berdasarkan hasil akhir metabolisme glukosa, bakteri asam laktat dibagi menjadi dua golongan. Golongan bakteri asam laktat homofermentatif hanya menghasilkan asam laktat pada fermentasi glukosa, sedangkan golongan

bakteri asam laktat heterofermentatif menghasilkan asam laktat, CO₂ dan etanol dari heksosa (Aisyah dkk., 2014). Hasil fermentasi dari produk utama bakteri asam laktat adalah asam laktat yang mana dapat menurunkan pH dan dapat meningkatkan total asam tertitrasi (Fauziyah dkk., 2023). Bakteri asam laktat melakukan proses fermentasi melalui jalur glikolisis yang menghasilkan asam piruvat. Setelah asam piruvat terdegradasi maka enzim dehidrogenase mengkatalisis dan NADH melakukan reduksi untuk menghasilkan produk akhir berupa ATP dan asam laktat (Rohman, 2017).

Bakteri asam laktat memproduksi berbagai macam asam organik seperti asam asetat, propionat dan formiat. Pada penelitian Purwijantiningsih (2014). Produksi asam yang terbentuk mempunyai efek penghambat terhadap bakteri patogen karena dinding sel bakteri patogen telah ditembus oleh molekul asam yang tidak terdisosiasi sehingga menyebabkan mekanisme genetika dan proses metabolisme yang terganggu. Mekanisme utama dari aktivitas antibakteri bakteri asam laktat adalah dengan produksi asam organik dan penurunan pH lingkungan (Suphandi, 2023).

2.3. *Lactobacillus* sp.

Lactobacillus sp. merupakan Bakteri asam laktat yang mempunyai karakteristik bersifat Gram positif, dengan selnya berbentuk batang (*coccobacilli*), fakultatif anaerob, bersifat katalase negatif, tidak bersifat motil dan tidak memiliki spora. Morfologi koloni *Lactobacillus* sp. yaitu berwarna putih susu atau krem, dengan bentuk bulat dan selnya berbentuk batang dengan ukuran 0,5-1,2 x 1,0-10,0 µm. Suhu optimum bagi pertumbuhan *Lactobacillus* sp. adalah 30°-37° C dan mampu bertahan pada pH asam (Aini dkk., 2021). Uji konfirmasi bakteri *Lactobacillus* sp. berbentuk batang dengan hasil pengecatan berwarna ungu dan bersifat Gram positif, ini dapat dilihat pada **Gambar 2**. Dinding sel *Lactobacillus* sp. mampu menahan warna Kristal violet dan tidak tercuci pada akhir pewarnaan.



Gambar 2. *Lactobacillus* sp. setelah dilakukan pewarnaan Gram (Sumber: Wirama dkk., 2015).

Klasifikasi *Lactobacillus* sp. (Salvetti *et al.*, 2018)

Domain	: Bacteria
Kingdom	: Eubacteria
Phylum	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Ordo	: Lactobacillales
Family	: Lactobacillaceae
Genus	: <i>Lactobacillus</i>
Spesies	: <i>Lactobacillus</i> sp.

Lactobacillus sp. dibedakan menjadi kelompok yang bersifat homofermentatif dan heterofermentatif (Aini dkk., 2021). *Lactobacillus* sp. memiliki aktivitas antimikroba karena memproduksi asam-asam organik seperti asam asetat, laktat, propionate, kaproat, format, valerat dan asam butirat. Selain menghasilkan asam organik sebagai aktivitas antimikroba, *Lactobacillus* sp memproduksi hidrogen peroksida sebagai zat penghambat seperti bakteriosin yang bersifat bakterisidal dan bakteriostatik yakni sebagai senyawa protein yang dapat membunuh dan mencegah dalam aktivitas antimikroba (Titin dan Novik, 2015). *Lactobacillus* sp. mampu berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri yang bersifat patogen dan dapat menjaga sistem imunitas atau kekebalan tubuh (Rusli dkk., 2018). Pada saat proses fermentasi *Lactobacillus* sp. dibagi menjadi tiga golongan yaitu obligat homofermentatif contohnya *L. acidophilus*, *L. delbrueckii* subps. *delbrueckii*, *L. helveticus*, *L. saivarius*. Fakultatif heterofermentatif (*L. casei*, *L.*

curvatus, *L. plantarum*, *L. sakei*. Obligat heterofermentatif (*L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentum*, *L. reuteri* (Widowati dkk., 2014).

2.4. Senyawa Antibakteri

Bakteri asam laktat mempunyai kemampuan dalam menghambat bakteri pembusuk dan patogen karena dapat menghasilkan asam laktat, bakteriosin dan hidrogen peroksida serta karbon dioksida. Dalam bakteri asam laktat, asam laktat dan hidrogen peroksida merupakan senyawa penghambat pertumbuhan bakteri patogen karena telah diproduksi oleh gen-gen dalam kromosom. Lalu untuk bakteriosin akan relatif peka terhadap perubahan lingkungan karena diproduksi dari adanya gen-gen dalam plasmid bakteri (Hamidah dkk., 2019). Asam laktat yang dihasilkan akan berdifusi ke dalam bakteri patogen dengan melakukan disosiasi dan menyebabkan sistem transportasi dapat terganggu. Sel bakteri patogen akan mengalami gangguan keseimbangan pengangkutan nutrisi, ini karena adanya pembentukan proton dan anion dari peristiwa disosiasi (Fauziah, 2014). Bakteri patogen membutuhkan energi yang tinggi untuk mengeluarkan proton tersebut dari dalam sel. Jika usaha dan energi yang dikeluarkan bakteri patogen tidak cukup, maka bakteri patogen akan kehabisan energi dan mati.

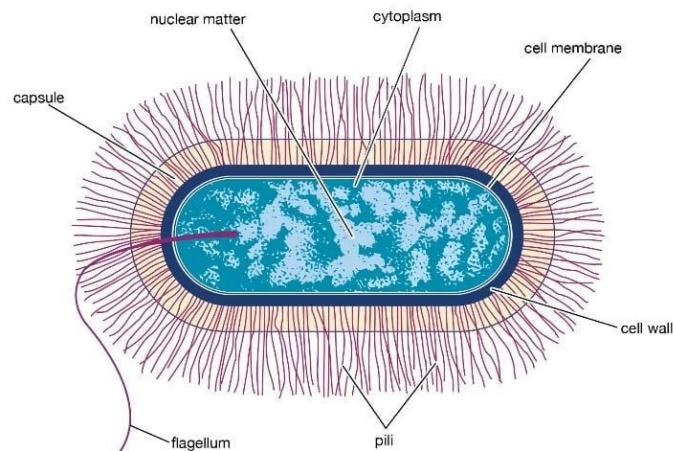
Bakteriosin merupakan protein yang diproduksi oleh suatu bakteri yang bersifat toksin untuk menghambat pertumbuhan bakteri lain dengan kekerabatan erat secara filogenik. Aktivitas bakteriosin dapat dilihat dari zona hambat yang terbentuk karena adanya produksi sumber karbon dan nitrogen (Hamidah, 2019). Bakteriosin mempunyai target utama yaitu membran sitoplasma dengan merusak permeabilitas membran dan menghambat biosintesis protein serta produksi energi. Mekanisme kerjanya bakteriosin akan dilakukan secara kontak langsung dengan membran sel sehingga destabilitas membran sitoplasma dapat terganggu dan sel menjadi tidak kuat (Fauziah, 2014).

Efek senyawa hidrogen peroksida menyebabkan denaturasi sejumlah enzim karena adanya oksidasi dari sulfhidril, dan proses peroksidasi membran lipid

dapat meningkatkan permeabilitas membran. Karbon dioksida dapat menghambat enzimatis dekarboksilase dengan cara membuat lingkungan sekitar menjadi anaerobik dan karbon membran lipid bilayer terakumulasi sehingga terjadi disfungsi permeabilitas (Rohman, 2017).

2.5. *Bacillus sp.*

Bacillus sp. merupakan bakteri Gram positif, dengan sel berbentuk batang berisi polipeptida dari asam D-glutamat yang memiliki spora. *Bacillus sp.* bersifat aerob obligat, positif katalase, memiliki enzim amilase yang berfungsi untuk menghidrolisis pati glukosa. *Bacillus sp.* bersifat oksidase positif karena mampu memanfaatkan sumber karbon yang tersedia, bersifat motil atau dapat bergerak hidup karena mempunyai flagella seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Hidup pada rentang suhu 25° C, 35° C dan 37° C, serta tumbuh optimum pada pH 7-9 (Puspita, 2017).



Gambar 3. Struktur dari *Bacillus sp.* (Sumber: Britannica, 2023).

Klasifikasi *Bacillus* sp. (Maughan *et al.*, 2011)

Domain : Bacteria
Kingdom : Eubacteria
Phylum : Firmicutes
Class : Bacilli
Ordo : Bacillales
Family : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*
Spesies : *Bacillus* sp.

Siklus hidup *Bacillus* sp. terdiri dari tiga proses fisiologis antara lain proses vegetatif, pembentukan spora dan germinasi. *Bacillus* sp. mampu beradaptasi pada saat kondisi lingkungan yang panas, kekurangan air dan radiasi karena memiliki endospora yang berfungsi untuk beradaptasi (Mauliya, 2023).

Bacillus sp. juga dapat menghasilkan senyawa antibakteri yang terdiri atas subtilisin, lesitinase, oksidifisidin, difisidin, basilomisin, basilin dan basitrasin (Abidin dkk., 2015). *Bacillus* sp. menghasilkan antibakteri pada fase stasioner disaat proses pembentukan metabolit sekunder. Pada fase stasioner jumlah sel bakteri yang mati semakin banyak dan jumlah sel hidup konstan. Saat fase ini bakteri tidak melakukan perbanyakan sel karena adanya penurunan kadar oksigen, nutrient yang telah habis, dan dapat memproduksi antibakteri yang banyak. Struktur dinding sel suatu bakteri mempengaruhi *Bacillus* sp dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Sumardi dkk., 2012).

Selain menghasilkan antibakteri, *Bacillus* sp. juga memiliki sifat patogen seperti menyebabkan keracunan makanan, infeksi mata dan dapat menyebabkan menurunnya sistem kekebalan tubuh (Schulz *et al.*, 2019). Aktivitas mekanisme penghambatan yang dilakukan oleh *Bacillus* sp. yaitu memiliki dinding sel yang terdiri dari peptidoglikan yang tebal. Dinding sel yang tebal akan memiliki ketahanan terhadap tekanan osmotik yang tinggi dan sebagai penghalang fisik bagi molekul-molekul

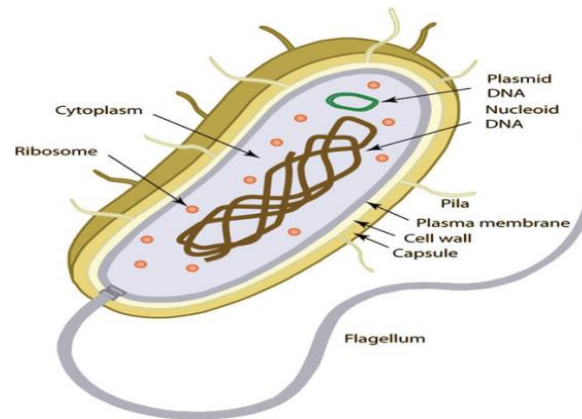
besar termasuk beberapa agen antimikroba. Sehingga *Bacillus* sp. dapat bertahan terhadap serangan bahan atau enzim yang dapat merusak dinding sel (Titin dan Novik, 2015).

Pada saat pengecatan Gram, *Bacillus* sp. akan mempertahankan warna Kristal violet karena memiliki kekuatan mekanik dinding sel yang lebih kuat. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel peptidoglikan yang lebih tebal sehingga mampu mempertahankan pewarna Kristal violet. Zat pelarut mendehidrasi lapisan peptidoglikan yang tebal, sehingga dinding sel bertindak sebagai penghalang permeabilitas sehingga dapat mempertahankan pewarna di dalam sel (Hamidah, 2019).

2.6. *Escherichia coli*

Bakteri *E.coli* merupakan bakteri Gram negatif dan termasuk ke dalam bakteri coliform. *E.coli* mempunyai ukuran berkisar 1.0-1.5 μm x 2.0-6.0 μm dengan bentuk batang, motil dengan mempunyai flagella atau tidak motil, tidak berspora dan dapat tumbuh pada lingkungan yang ada atau tanpa oksigen. *E.coli* dapat tumbuh pada suhu 7° C-50° C dan termasuk ke dalam bakteri mesofilik. pH yang dibutuhkan *E.coli* berkisar pH 4-9.

Struktur dinding sel *E. coli* terdiri dari lipopolisakarida. Dinding selnya memiliki peptidoglikan yang tipis dibanding dengan bakteri Gram positif dapat dilihat pada **Gambar 4**. Lapisan peptidoglikan dari *E.coli* terdiri dari lapisan lipoprotein, fosfolipid dan polimer. Pada saat pengecatan Gram, *E.coli* tidak dapat mempertahankan pewarna Kristal violet. Pelarut aseton atau alkohol dapat merusak membran luar bakteri *E. coli* yang hanya memiliki lapisan peptidoglikan yang lebih tipis sehingga tidak dapat mempertahankan pewarna. Lipid akan diekstraksi oleh perlakuan zat peluntur alkohol dan permeabilitas dinding sel meningkat. Pewarna Kristal violet akan terekstraksi maka pada saat pengecatan bakteri *E.coli* semua pewarna akan luntur dan hanya mampu mempertahankan pewarna safranin (Hamidah, 2019).



Gambar 4. Struktur dari *E. coli* (Sumber: Basavaraju *et al.*, 2023)

Klasifikasi *E. coli* (Faner *et al.*, 2017)

Domain : Bacteria
 Kingdom : Eubacteria
 Phylum : Proteobacteria
 Class : Gammaproteobacteria
 Order : Enterobacteriales
 Family : Enterobacteriaceae
 Genus : *Escherichia*
 Spesies : *Escherichia coli*

E. coli dapat hidup pada suatu lingkungan yang kurang nutrisi dan termasuk ke dalam bakteri fakultatif anaerobik. Sifat biokimia *E. coli* yaitu dapat memproduksi indol, bersifat katalase positif dan menghasilkan fermentasi sitrat yang sedikit (Oktaviani, 2022). Beberapa spesies *E. coli* memiliki karakteristik dapat menyebabkan penyakit yang bersifat patogen dan dapat menyebabkan penyakit di dalam saluran pencernaan seperti diare. Infeksi yang disebabkan *E. coli* tidak hanya pada saluran pencernaan tetapi juga pada bagian lain diluar tubuh, dimana strain *E. coli* tersebut dapat membentuk biofilm. Biofilm yang terbentuk merupakan lapisan pelindung yang dapat melindungi sel-selnya dari serangan bakteri lain (Ballen *et al.*, 2022).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Maret 2024 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Biological safety cabinet (BSC)*, timbangan analitik, *magnetic stirrer*, *hot plate*, autoklaf inkubator, oven, shaker orbital, vortex, cawan petri, tabung reaksi, erlenmayer, gelas ukur, gelas beaker, jarum ose, pinset, bunsen, rak tabung reaksi, *Cotton bud*, *centrifuge*, kertas cakram, kertas pH, alumunium foil, kapas, kain kasa, plastik *wrap*, benang, gunting, dan masker.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *Lactobacillus* sp. hasil isolasi dari vermikompos, Media GYP (*Glucose Yeast Peptone*) yang terdiri dari glukosa 10 g, yeast 10 g, pepton 5 g, CaCO_3 10 g, NaCl 50 g dan Agar 15 g, Media NA (Nutrient Agar), NaOH 1 M, Aquades steril, Alkohol 70 %, *Mcfarland* 0.5, Isolat *Bacillus* sp. dan *E.coli* koleksi Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode bersifat deskriptif untuk menyeleksi dan mengetahui karakterisasi antibakteri bakteri *Lactobacillus* sp. yang berasal dari vermikompos. Metode penelitian bersifat deskriptif digunakan untuk menyeleksi pertumbuhan isolat *Lactobacillus* sp. terhadap pH dan suhu serta mempunyai kemampuan antibakteri terhadap bakteri uji. Prosedur yang dilakukan meliputi seleksi *Lactobacillus* sp. asal vermikompos dengan melakukan peremajaan bakteri, uji pH dan suhu. Lalu uji karakterisasi aktivitas antibakteri *Lactobacillus* sp. terhadap bakteri uji *Bacillus* sp. dan *E.coli*. Metode pengukuran yang digunakan adalah metode difusi kertas cakram, besaran kemampuan hambatan dari antibakteri terhadap pertumbuhan *Bacillus* sp. dan *E.coli* ditunjukkan dengan pengukuran luas zona jernih yang terbentuk di sekitar area pinggiran kertas cakram.

3.4. Prosedur Kerja

3.4.1 Seleksi Bakteri *Lactobacillus* sp. Asal Vermikompos

a. Peremajaan Bakteri *Lactobacillus* sp.

Peremajaan 52 koloni bakteri *Lactobacillus* sp. menggunakan media GYP (*Glucose Yeast Peptone*) Agar. Media GYP Agar ditimbang dengan berat 15 gr menggunakan timbangan analitik. Setelah itu dilarutkan media pada 150 mL aquades yang telah diukur menggunakan gelas ukur. Media dipanaskan hingga mendidih menggunakan *hot plate* dan bantuan *magnetic stirrer* hingga tidak ada bahan yang menggumpal. Media dituangkan ke dalam erlenmeyer steril untuk dilakukan sterilisasi menggunakan *autoclave* dengan suhu 121° C selama 15-20 menit.

Media GYP yang telah steril dapat dituangkan ke 5 cawan petri steril masing-masing cawan sebanyak 20-25 ml dan resting media selama 24 jam.

Media GYP yang telah diresting digunakan sebagai media peremajaan bakteri *Lactobacillus* sp. Metode peremajaan bakteri dilakukan dengan mengambil satu ose isolat bakteri dan cukup dititikkan saja pada bagian media GYP di dalam cawan petri. Setelah itu bakteri ditunggu benar-benar telah melekat dan cawan petri dibungkus dengan keadaan terbalik. Bakteri dapat diinkubasi selama 48 jam dengan suhu 37° C.

b. Uji pH Bakteri *Lactobacillus* sp.

Media GYP cair pada 52 tabung reaksi yang setiap tabungnya masing-masing berisi 10 ml. Bakteri *Lactobacillus* sp. diinokulasikan pada setiap tabung untuk dapat dilakukan uji pH menggunakan pH 4, 6, 8 dan diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam.

c. Uji Suhu Bakteri *Lactobacillus* sp.

Media GYP Agar pada cawan petri steril sebanyak 20-25 ml. Bakteri *Lactobacillus* sp. yang dapat bertahan pada pH yang telah ditetapkan selanjutnya akan dilakukan uji suhu. Suhu yang digunakan yaitu suhu ruang, suhu 37° C dan suhu 45° C selama 48 jam.

3.4.2 Uji Karakterisasi Antibakteri *Lactobacillus* sp.

3.4.2.1 Produksi Antibakteri

1. Pembuatan Starter Bakteri

Isolat bakteri *Lactobacillus* sp. berumur 24 Jam diambil satu ose dan diinokulasikan dalam 10 ml GYP cair dan diinkubasi pada shaker selama 48 jam.

2. Produksi Antibakteri *Lactobacillus* sp.

Sebanyak 10 ml starter yang telah dibuat, selanjutnya diinokulasikan ke dalam 90 ml GYP cair, setelah itu dihomogenkan dan diinkubasi pada shaker selama 48 jam.

3.4.2.2 Preparasi Antibakteri

a. Antibakteri tanpa penetralan

10 ml kultur antibakteri disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm dengan suhu 4° C selama 15 menit untuk diambil cairan supernatan dan disaring dengan *cyringe filter*. Supernatan yang dihasilkan disebut sebagai ekstrak kasar antibakteri tanpa penetralan.

b. Antibakteri dengan penetralan

10 ml kultur antibakteri dilakukan pengukuran pH dan dinetralkan menggunakan NaOH 1 M hingga dicapai pH 7, selanjutnya kultur disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm dengan suhu 4° C selama 15 menit untuk diambil supernatan dan disaring dengan *cyringe filter*. Supernatan yang dihasilkan disebut sebagai ekstrak kasar antibakteri dengan penetralan.

3.4.3 Uji Aktivitas Antibakteri

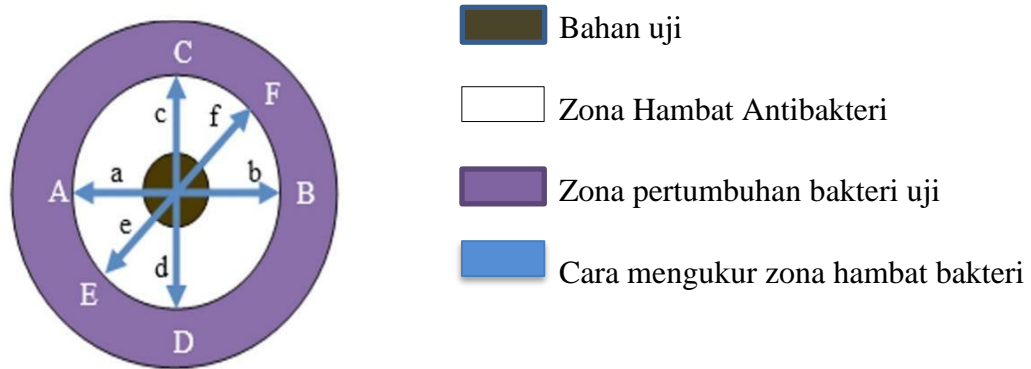
Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode uji kertas cakram. Pengujian dilakukan dengan merendam kertas cakram steril selama 24 jam dengan starter kultur antibakteri, masing-masing kultur antibakteri tanpa penetralan dan antibakteri yang sudah dinetralkan. Pembuatan suspensi bakteri uji dengan mengambil 1 ose bakteri dan diinokulasikan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 ml NaCl steril. Vortex suspensi dan bandingkan kekeruhan suspensi dengan *Mc Farland* 0,5. Dilakukan prosedur *swab* dengan cara

mencelupkan *catton bud* steril kedalam tabung reaksi yang berisi suspensi dan *swab* pada cawan petri yang telah terdapat 20-25 ml media padat NA. Selanjutnya dilakukan penyebaran bakteri uji ke media padat NA menggunakan *catton bud* hingga merata. Setelah itu diambil kertas cakram yang telah direndam selama 24 jam dengan menggunakan pinset dan diletakkan pada bagian permukaan media NA. Kedua jenis antibakteri tersebut diuji pada cawan yang berbeda dan diujikan pada *Bacillus* sp dan *E.coli*.

Pada kontrol negatif menggunakan aquades steril dan kontrol positif menggunakan antibakteri kimia *chloramphenicol* Selanjutnya diinkubasi dengan posisi cawan tidak dibalik pada suhu 37° C selama 24 jam. Zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram adalah kemampuan antibakteri *Lactobacillus* sp terhadap bakteri uji.

3.4.4 Perhitungan Luas Zona Hambat Antibakteri Bakteri *Lactobacillus* sp.

Perhitungan luas zona hambat antibakteri *Lactobacillus* sp. dengan cara membalikkan cawan petri sehingga terlihat zona hambat disekitar kertas cakram. Zona hambat yang dihasilkan dari sekitar kertas cakram merupakan adanya petunjuk keberhasilan penghambatan antibakteri terhadap bakteri uji. Dapat dilihat pada **Gambar 5**. Pengukuran dapat dilakukan secara diameter vertikal, horizontal, dan diagonal pada zona hambat di sekitar kertas cakram menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm sebanyak 3 kali untuk menghindari kesalahan pengukuran. Satuan pengukuran dinyatakan dalam bentuk satuan milimeter (mm). Hasil pengamatan dari pengukuran zona hambat disekitar kertas cakram adalah rata-rata dari ketiga pengukuran (diameter vertikal, horizontal, dan diagonal).



Gambar 5. Diagram Pengukuran Zona Hambat (Sumber: Mozartha dkk., 2019).

Keterangan:

Pengukuran 1 (mm) = (Jarak titik A-B) – (Jarak titik a-b)

Pengukuran 2 (mm) = (Jarak titik C-D) – (Jarak titik c-d)

Pengukuran 3 (mm) = (Jarak titik E-F) – (Jarak titik e-f)

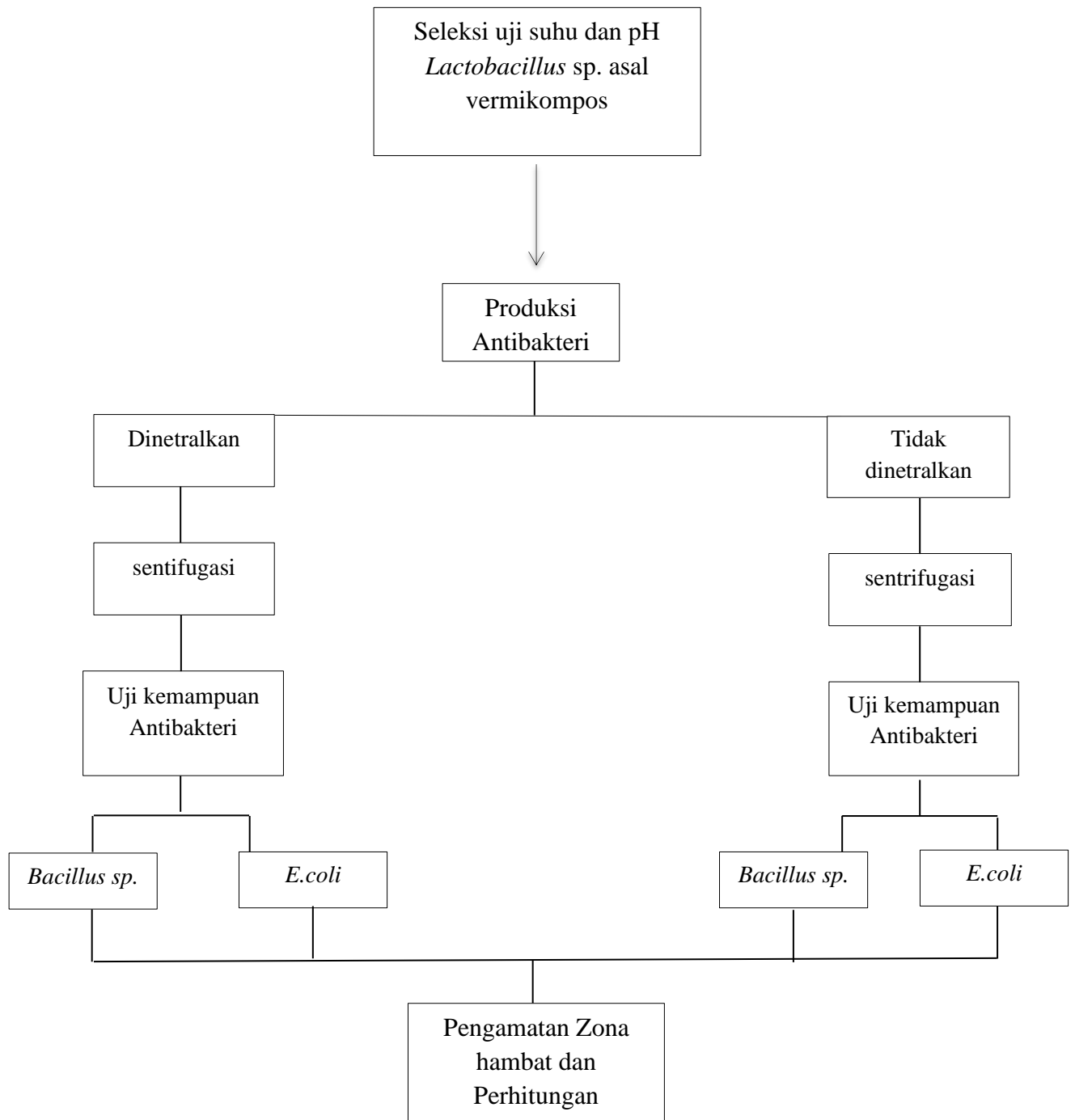
Rumus pengukuran diameter zona hambat (mm):

$$\frac{\text{Pengukuran 1} + \text{2} + \text{3}}{3}$$

3.5 Analisis Data

Data yang telah didapat dari hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dengan melihat hasil zona hambat yang terbentuk dari uji aktivitas antibakteri yang dihasilkan oleh bakteri *Lactobacillus* sp. terhadap *Bacillus* sp. dan *E.coli*.

3.6 Diagram Alir



V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Dari seleksi bakteri *Lactobacillus* sp. asal vermikompos berdasarkan uji pH dan suhu koloni LB51 lebih dominan untuk tumbuh.
2. Pada uji antibakteri dari senyawa antibakteri *Lactobacillus* sp. yang bersifat asam atau tanpa penetralan dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji yaitu pada koloni LB37 dan koloni LB51.

5.2. Saran

1. Adanya penelitian lebih lanjut mengenai jenis spesifik pada spesies *Lactobacillus* sp. pada penelitian ini.
2. Perlu melakukan uji antibakteri pada lima koloni *Lactobacillus* sp. asal vermikompos terhadap bakteri patogen lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., L.Q. Aini. A.L. Abadi. 2015. Pengaruh Bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Rebah Semai Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal HPT* Vol. 3 (1), Januari 2015.
- Aini, M., S. Rahayuni, V. Mardina, Quranayati, N. Asiah. 2021. Bakteri *Lactobacillus* spp dan Peranannya Bagi Kehidupan. *Jurnal Jeumpa*, Vol. 8 (2) Juli- Desember 2021.
- Aisyah, A., E. Kusdiyantini. A. Suprihadi. 2014. Isolasi Karakterisasi Bakteri Asam Laktat, dan Analisis Proksimat dari Pangan Fermentasi “Tempoyak”. *Jurnal Biologi*, Vol. 3 (2), April 2014.
- Andriwibowo, 2021. Pemodelan Biodiversitas, Faktor Lingkungan, dan Potensi Habitat Bakteri Termofilik Firmicutes pada Ekosistem Geotermal dan Sumber Air Panas di Jawa. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek (SNPBS)*.
- Arisandi, A., B. Tamam, R. Yuliandari. 2017. Jumlah Koloni Pada Media Kultur Bakteri Yang Berasal Dari *Thallus* dan Perairan Sentra Budidaya *Kappaphycus Alvarezii* di Sumenep. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol 9 (1) April 2017.
- Baharuddin, Maswati, A. R. Patong., A. Ahmad., N.L. Nafie. 2014. Pengaruh Suhu Dan pH Terhadap Hidrolisis CMC oleh Enzim Selulase Dari Isolat Bakteri Larva Kupu-Kupu (*Cossus Cossus*). *Jurnal teknosains*, 8 (3).
- Ballen, V., V. Cepas, C. Ratia, Y. Gabasa, S. M. Soto. 2022. Clinical *Escherichia coli*: From Biofilm Formation to New Antibiofilm Strategies. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. 2022.
- Basavarju, M., B. S. Gunashree. 2022. *Escherichia coli*: An Overview of Main Characteristics. *Escherichia coli- Old and New Insights*, doi: 10.5772/intechopen.105508
- Chaniago, N., Y. Inriyani. 2019. Pengaruh Jenis Bahan Organik dan Lamanya Proses Pengomposan Terhadap Kuantitas dan Kualitas Vermikompos. *Agricultural Research Journal* Vol. 15 (1) 2019.

- Chen, C.C., C. C. Lai, H. L. Huang, W. Y. Huang, H. S. Toh, T. C. Weng, Y. C. Chuang, Y. C. Lu, H. J. Tang. 2019. Antimicrobial Activity of *Lactobacillus* Species Against Carbapenem-Resistant *Enterobacteriaceae*. *Frontiers in Microbiology*. Vol. 10. April 2019.
- Fajar, I., I.Y. Perwira, N. M. Ernawati. 2022. Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Toleran Kromium Heksavalen dari Sedimen Mangrove di Muara Tukad Mati, Bali. *Current Trends in Aquatic Science V* (1), 1-6 (2022).
- Falakh, M. F., M.T. Asri. 2022. Uji Potensi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) sebagai Antimikroba Terhadap *Salmonella typhi*. *Jurnal LenteraBio*. Vol 11 (3) : 514-524.
- Faner, R., O. Sibila., A. Agusti., E. Bernasconi., J. D. Chalmers., G. B. Huffnagle., C. Manichanh., P. L. Molyneaux., R. Paredes., V. P. Brocal., J. Ponomarenko., S. Sethi., J. Dorca and E. Monso. 2017. The Microbiome in Respiratory Medicine: Current Challenges and Future Perspectives. *European Respiratory Journal*. Vol 49. April 2017.
- Fatmawati, A. 2018. Karakteristik Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus* sp.) Biji Kakao (*Theobroma cacao* L) yang Telah Difermentasi. *Jurnal Medika: Media Ilmiah Analisa Kesehatan* Vol 3 (2) Desember 2018.
- Fauziah, P. N., J. Nurhajati. Chrysanti. 2014. Daya Antibakteri Filtrat Asam Laktat dan Bakteriosin *Lactobacillus bulgaricus* KS1 dalam Menghambat Pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* Strain ATCC 700603, CT1538, dan S941. *MKB* Vol 47 (1) 2014.
- Fauziyah, Z., L. Nia, F. J. Nandi, R. Lingga, H. Helmi. 2023. Identifikasi dan Potensi Probiotik Bakteri Asam Laktat pada Pangan Fermentasi Lokal. *Jurnal Bios Logos* Vol. 13 (2): 54-64, Juli 2023.
- Guo, Yilin., X. Tian, R. Huang, X. Tao, N.P. Shah, H. Wei, C. Wan. 2017. A Physiological Comparative Study of Acid Tolerance of *Lactobacillus plantarum* ZDY 2013 and *L. plantarum* ATCC 8014 at Membrane and Cytoplasm Levels. *Ann Mikrobiol* 67, 669-677 (2017).
- Hamidah, N.M., L. Rianingsih. Rohmadhon. 2019. Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Peda dengan Jenis Ikan Berbeda Terhadap *E.coli* dan *S. aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan* Vol. 1 (2) 2019.
- Haryati, S., F. Hamzah., F. Restuhadi. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.,). *Jom Faperta*. Vol. 2(1) Februari 2015.
- Hasanah, U., R. Sari., P. Apridamayanti. 2019. Penentuan Waktu Optimum Produksi Bakteriosin dari *Lactobacillus brevis* Terhadap Bakteri Patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*. Vol 4 (1) 2019.

- Hazra, F., N. Dianisa. R. Widyastuti. 2018. Kualitas dan Produksi Vermikompos Menggunakan Cacing African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*). *J. II. Tan. Lingk.*, 20 (2), Oktober 2018: 77-81.
- Helmiyati, A.F., Nurrahman. 2010. Pengaruh Konsentrasi Tawas Terhadap Pertumbuhan Bakteri Gram Positif dan Negatif. *Jurnal Pangan dan Gizi*. Vol 1 (01): 1-6.
- Hu, C.H., L.Q. Ren., Y. Zhou., B. C. Ye. 2019. Characterization of Antimicrobial Activity of Three *Lactobacillus plantarum* Strains Isolated from Chinese Traditional Dairy Food. *Food Science and Nutrition*. 17 March 2019.
- Hussian, C. H. A. C., W. Y. Leong. 2023. Thermostable Enzyme Reserch Advances: a Bibliometric analysis. *Journal of Genetic Enginering and Biotechnology*. 21-37 (2023).
- Indrayati, S., S. F. Akma. 2018. Peranan Monosodium Glutamat Sebagai Media Penyubur Alternatif Pengganti *Brain-heart Infosion Broth* (BHIB) Untuk Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Prosiding Seminar Kesehatan Perintis*. Vol 1 (1). 2018.
- Kapoor, G., S. Saigal, A. Elongavan. 2017. Action and Resistance Mechanisms of Antibiotics: A Guide For Clinicians. *J.Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 33:300-5.
- Komara, D., M. Turnip. R. Kurniatuhadi. 2022. Potensi Uji Daya Hambat Bakteri Asam Laktat Isolat *Lactobacillus* sp. (KG6₁) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Agroprimattech* Vol. 6 (1), Oktober 2022.
- Maughan, H., G. V. Auwera. 2011. *Bacillus* Taxonomy in The Genomic Era Finds Phenotypes to be Essenti Often Misleading. *Journal homepage*. Vol. 11: 789-797.
- Mauliya, V. 2023. Pengaruh Variasi pH Terhadap Aktivitas Enzim Amilase dari Bakteri *Bacillus* sp. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Mayani, N., Jumini. D. A. Maulidan. 2021. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max L. Merril*) Pada Berbagai Dosis Pupuk Vermikompos dan Jarak Tanam. *Jurnal Agrium* Vol. 18 (2): 88-94, September 2021.
- Mozartha, M., P. Silvia, B. Sujatmiko. 2019. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak *Curcuma zedoaria* dan Bahan Irigasi Natrium Hipoklorit 2.5% terhadap *Enterococcus faecalis*. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, Vol. 8 (1): 22- 29.

- Mushthofa, A., M. R. Muskananfolo, S. Rudiyantri. 2014. Analisis Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*. Vol 3 (1): 81-88.
- Nurhamidin, S. J., D. S. Wewengkang., E. J. Suoth. 2022. Uji Aktivitas Ekstrak dan Fraksi Organisme Laut Spons *Aaptos aaptos* Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon Journal*. Vol 11 (1) Februari 2022.
- Oktaviani, N., I. Sulistiyawati. N. L. Rahayu. 2022. Isolasi dan Karakterisasi Umum Mikroba yang diduga *Enterobacteriaceae* Pada Jajanan di Wilayah Purwokerto Menggunakan Medium EMBA. *Scientific Timeline* Vol. 2 (1): 041- 051, Maret 2022.
- Pathma, J., N. Sakthivel. 2012. Microbial Diversity of Vermicompost Bacteria that Exhibit Useful Agricultural Traits and Waste. *Springer Journal*. Vol. 6(26).
- Prasetya, M.A. 2020. Teknik Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Cacing Tanah. <https://lintasusaha.com/teknik-pembuatan-kompos/>. Diakses: 22 Oktober 2023.
- Puspita, F., M. Ali. R. Pratama. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri *Bacillus* sp. Endofitik dari Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Agrotek. Trop* Vol. 6 (2): 44-49 2017.
- Rahmah, R. P. A., M. Bahar., Y. Harjo. 2017. Uji Daya Hambat Filtrat Zat Metabolit *Lactobacillus plantarum* Terhadap Pertumbuhan *Shigella dysenteriae* Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Biologi*. Vol 5 (1), Juni 2017.
- Rizal, S, M. Erna, F. Nurainy, A. R. Tambunan. 2016. Karakteristik Probiotik Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas dengan Variasi Jenis Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*. Vol. 18 (1), Juni, 2016.
- Rohman, Nur. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Bekasam Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Terhadap *Escherechia coli* dan *Streptococcus* sp. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Salvetti, E., H. M. B. Harris, G. E. Felis, P. W. O'Toole. 2018. Comparative Genomics of The Genus *Lactobacillus* Reveals Robust Phylogroups That Provide the Basis foto Reclassification. *Applied and Enviromental Microbiology*, Vol. 84, September 2018.
- Sari, A. M. 2023. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Xilanolitik dari Tanah Perkebunan Tebu Way Kanan. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Schulz, M. E., T. M. Koehler, D. Lerecluc. 2019. The *Bacillus cereus* Group: *Bacillus species* With Pathogenic Potential. *Microbiol Spectr*. Vol. 7 (3). 2019.

- Setiawati, M, R., P. Suryatmana, D. Herdiyantoro, Z. Ilmiyanti. 2014. Karakteristik Pertumbuhan dan Waktu Generasi Isolat *Azotobacter* sp. dan Bakteri Endofitik Asal Ekosistem Lahan Sawah. *Jurnal Agroekotek*. Vol 6 (1): 12-20.
- Slizewska, K., Wojcik, A. C. 2020. *Growth Kinetics of Probiotik Lactobacillus Strains in the Alternative, Cost-Efficient Semi-Solid Fermentation Medium: 23 October-27 November 2020*.
- Stephen, J. M., A. M. Saleh. 2023. Homofermentative *Lactobacilli* Isolated from Organic Sources Exhibit Potential Ability of Lactic Acid Production. *Frontiers in Microbiology*.
- Sulistiani, 2017. Senyawa Antibakteri yang Diproduksi oleh *Lactobacillus plantarum* dan Aplikasinya untuk Pengawetan Bahan Ikan. *Jurnal Biologi Indonesia*. Vol. 13 (2): 233-240. 2017.
- Sumardi, C.N. Ekowati, K. Handayani, Nurhayati. 2012. Isolasi dan Karakterisasi *Bacillus* sp. Penghasil Antimikroba dari Saluran Pencernaan Ayam Kampung (*Gallus domesticus*). *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Suphandi, M., M. Sugata. T.T. Jan. 2023. Aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Susu Sapi di Indonesia. *Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu Hayati* Vol. 8 (2): 1-9, Juni 2023.
- Suriani, S., Soemarno, Suharjono. 2013. Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju Pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. Vol 3 (2): 1-5.
- Susanti, D. A., Purwadi, Siswanto. 2022. Kualitas Vermikompos Limbah Blotong Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Variasi Jenis Cacing. *Jurnal Biotek* Vol. 10 (2) Desember 2022.
- Sonia N. M.O., J. Kusnadi. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Parsial Enzim Selulase dari Isolat Bakteri OS-16 Asal Padang Pasir Tengger-Bromo. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol 3 (4): 11-19.
- Titin, Y., N. Nurhidayat. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri *Lactobacillus plantarum* Terseleksi dari Buah Markisa (*Passiflora edulis*) dan Kaitannya dengan Gen Plantarisin A (plnA). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. Vol. 1(2): 270-277, April 2015.
- Tuiyo, R., A. Lamadi, D. Pakaya. 2022. Pengaruh Pemberian Probiotik Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan Benih Udang Vaname (*Litopeneus vannamei*). *Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi*. Vol 2 (1): 13-20.

- Widowati, T. W., B. Hamzah, A. Wijaya, R. Prambayun. 2014. Sifat Antagonistik *Lactobacillus* sp B441 dan II442 Asal Tempoyak Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Agritech*, Vol. 34 (4), November 2014.
- Wirama, I.G.A.G.B., Y. Ramona. C.I.S. Arisanti. 2015. Ketahanan *Lactobacillus* sp. Isolat Susu Kuda Sumbawa terhadap pH Rendah dan Asam Deoksikolat serta Kemampuannya Mentransformasi Asam Kolat Menjadi Asam Deoksikolat. *Jurnal Biologi* Vol. 19 (1): 1-5.