

**PENGARUH BEBERAPA MEDIA ALTERNATIF TERHADAP
PERTUMBUHAN BAKTERI *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*,
DAN *Streptomyces* sp.**

**AMINAH
G011191311**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

AMINAH

Skripsi,
disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Pertanian

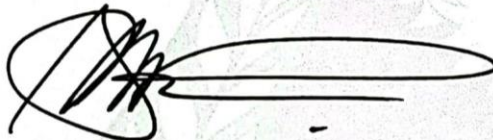
pada

Program Studi Agroteknologi
Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

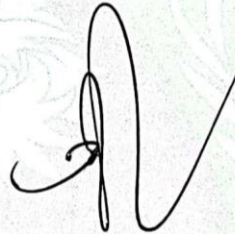
Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224 198601 1 001



Prof. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601231 198601 1 011

Diketahui oleh:

Ketua Departemen,
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Ketua Program Studi,
Agroteknologi



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.
NIP. 19650316 198903 2 002



Dr. Ir. Abd. Harris B., M.Si.
NIP. 19670811 199403 1 003

DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Pengaruh Beberapa Media Alternatif Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, dan *Streptomyces* sp.” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 18 Juli 2023

Aminah
G011191311

ABSTRAK

AMINAH (G011191311). Pengaruh Beberapa Media Alternatif Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, dan *Streptomyces* sp. Dibimbing oleh BAHARUDDIN dan ANDI NASRUDDIN.

Biofertilizer Agrodyke-Mikrobat diproduksi oleh PT Karanta Duta Indonesia yang bekerja sama dengan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin berperan meningkatkan produktivitas tanaman padi dengan cara menyediakan unsur hara dan melindungi dari serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Kandungan mikroba pada *biofertilizer* tersebut meliputi *Azotobacter* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, dan *Streptomyces* sp. Dalam memproduksi *biofertilizer* skala industri membutuhkan media sintetik yang cukup mahal harganya. Maka, penelitian ini berfokus untuk menemukan media alternatif bagi pertumbuhan *Lactobacillus* sp., *P. polymyxa*, dan *Streptomyces* sp. yang mempercepat sistem produksi namun berbiaya murah. Terdapat enam jenis media yang dibuat dalam bentuk cair diinokulasikan bakteri uji. Tiap perlakuan diencerkan dan dilanjutkan metode *spread plate* pada pengenceran 10^{-6} , 10^{-7} , dan 10^{-8} , kemudian dilakukan perhitungan *Total Plate Count* (TPC). Rangkaian pengenceran dan pengamatan dilakukan hingga hari ke-17. Populasi tertinggi *Lactobacillus* sp. dan *P. polymyxa* didapat pada Labiota-3 dan Labiota-1 (10^9 cfu/mL). *Streptomyces* sp. pada media sintetik (10^{10} cfu/mL), diikuti Labiota-1 dan Labiota-3 (10^9 cfu/mL). Kecocokan bakteri terhadap media alternatif sangat berpengaruh pada nutrisi media. Media alternatif tersebut mengandung nitrogen dan karbon yang tinggi, merupakan makronutrien bagi pertumbuhan bakteri. Media terbaik untuk *Lactobacillus* sp. adalah Labiota-3 dengan masa bertahan hingga hari ke-17, populasi 10^9 cfu/mL, dengan harga Rp841/L. Media terbaik untuk *P. polymyxa* adalah Labiota-1 dengan masa bertahan hingga hari ke-15, populasi 10^9 cfu/mL, dengan harga Rp6.867/L. Adapun media terbaik untuk *Streptomyces* sp. adalah Labiota-1 dengan masa bertahan hingga hari ke-17, populasi 10^9 cfu/mL, dengan harga Rp6.867/L.

Kata kunci: Produksi pupuk hayati, Mikrobat, Labiota-1, *Total Plate Count*, populasi bakteri.

ABSTRACT

AMINAH (G011191311). The Effect of Several Alternative Media on the Growth of *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, and *Streptomyces* sp. Supervised by BAHARUDDIN and ANDI NASRUDDIN.

Agrodyke-Mikrobat biofertilizer produced by PT Karanta Duta Indonesia, collaboration with Laboratory of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, that can increase paddy productivity by providing nutrients and protecting against pests and plant diseases. Microbial content in the biofertilizer includes *Azotobacter* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, and *Streptomyces* sp. Production of biofertilizer in an industrial scale requires large amounts of instant commercial media which is quite expensive. This research aim to find alternative media for the growth of *Lactobacillus* sp., *P. polymyxa*, and *Streptomyces* sp. which can speed up production system with low cost. Treatments consisted of six types liquid media. For each media was diluted followed by the spread plate method at dilution of 10^{-6} , 10^{-7} , and 10^{-8} , then count *Total Plate Count* (TPC). Serial dilutions and observations were carried out until 17th day. The highest population *Lactobacillus* sp. and *P. polymyxa* was found in Labiota-3 and Labiota-1 (10^9 cfu/mL), for *Streptomyces* sp. found in instant media (10^{10} cfu/mL), followed by Labiota-1 and Labiota-3 (10^9 cfu/mL). Suitability of bacteria in alternative media affects of nutrient media, that contains high nitrogen and carbon, which are macronutrients for bacterial growth. The best media for *Lactobacillus* sp. is Labiota-3, with period growth until 17th day, population 10^9 cfu/mL, with cost of Rp841/L. For *P. polymyxa* is Labiota-1, with period growth until 15th day, population 10^9 cfu/mL, and with cost of Rp6.867/L. For *Streptomyces* sp. is Labiota-1, with period growth until 17th day, population 10^9 cfu/mL, and with cost of Rp6.867/L.

Keywords: Biofertilizer production, Mikrobat, Labiota-1, *Total Plate Count*, bacterial population.

PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirrahim, alhamdulillah tiada kata yang pantas penulis ucapkan melainkan rasa syukur atas begitu banyak limpahan nikmat, taufik, hidayah, dan karunia yang Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berikan kepada Penulis hingga detik ini, berkat hal tersebut *alhamdulillah* penulis bisa menyelesaikan semua rentetan proses perkuliahan dengan sangat baik. Selawat serta salam tak lupa penulis kirimkan kepada *qudwah* terbaik bagi manusia, Rasulullah Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam*.

Selama proses penyelesaian studi, penelitian, dan penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang berperan di dalamnya secara langsung. Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan secara moril berupa nasihat dan kritik konstruktif serta dukungan secara material. Tak lupa rasa terima kasih penulis berikan kepada kakak penulis Afifah yang telah mau menggantikan sebagian besar tugas penulis sebagai anak di rumah selama proses penelitian.

Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing I, Prof. Dr. Sc. Agr. Ir Baharuddin yang telah memberikan dukungan secara moril dan material, serta memberikan kesempatan kepada penulis untuk mempelajari banyak hal baik itu ilmu dan pelajaran hidup selama penulis berada di Lab. Bioteknologi Pertanian. Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing II, Prof. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Ph.D. yang telah sangat sabar membimbing dan memberikan masukan kepada penulis. Dosen pembimbing penulis telah berkontribusi atas masukan ide brilian, memberikan respon positif, membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan tanpa lelah, mulai dari perencanaan, pelaksanaan penelitian, penulisan skripsi, hingga penulis bisa menyelesaikan studi.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen penguji, Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc., Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D., dan Ir. Fatahuddin, M.P. yang telah bersedia menjadi dosen penguji, memberikan respon positif, dan masukan konstruktif bagi kesempurnaan penelitian dan skripsi penulis.

Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pak Ahmad Yani, S.P., M.P. selaku Laboran di Lab. Bioteknologi Pertanian yang senantiasa dengan sabar membantu penulis dalam proses penelitian baik itu berupa pikiran dan tenaga. Serta kepada Kak Nurmujahidin, S.P., M.Si. yang telah banyak membantu dan memberikan saran terbaik bagi penelitian penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan di Lab. Bioteknologi Pertanian, terkhusus kepada saudari Suhardani yang telah banyak membantu penulis mulai dari masa mahasiswa baru, perkuliahan, penelitian, hingga proses penyelesaian studi penulis. Serta kepada Saudari Sartika, Cece Kirani, Saskiah, Widya Indriani, dan Nur Fadhilah A. yang sudah bersedia membantu dan menjadi orang yang ingin berbagi rasa dan asa kepada penulis selama berada di Lab. Tak lupa, kepada kakak-kakak Lab. Bioteknologi 2018, Kak Fitya, Kak Dinda, Kak Fadyah, Kak Arfa, dan Kak Alfian yang juga terlibat dalam memberikan masukan dan *sharing* pengalaman penelitian yang sangat membantu penulis.

Akhir kata, kepada semua pihak yang telah terlibat dalam proses ini, cukuplah Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* menjadi pemberi balasan terbaik kepada kita semua di dunia dan di akhirat. Semoga semua jerih payah yang telah dikeluarkan dapat *diridhoi* oleh-Nya. *Aamiin*.

RIWAYAT HIDUP



AMINAH, lahir di Kota Makassar pada tanggal 13 September 2001 dari pasangan Fachruddin dan Risma. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis memulai studinya secara formal di Taman Kanak-Kanak (TK) Asiyah 2 tahun 2006–2007, kemudian melanjutkan ke SD Negeri Bara-Baraya II pada tahun 2007–2013, SMP Negeri 32 Makassar pada tahun 2013–2016, dan SMA Negeri 1 Makassar pada tahun 2016–2019. Pada tahun yang sama dengan kelulusan SMA, penulis diterima di Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN), penulis diterima di program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, dan setelah menempuh perkuliahan hingga disemester lima, penulis memutuskan untuk mengambil departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, konsentrasi Penyakit Tumbuhan, Bakteriologi.

Selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin, penulis aktif berperan menjadi asisten praktikum pada berbagai mata kuliah, yaitu Mikrobiologi Pertanian, Pengelolaan Pestisida dan Teknik Aplikasinya, Budidaya Mikroba Berguna, Pengendalian Hayati dan Pengelolaan Habitat, dan Teknik Pengembangan Agensi Hayati; serta penulis juga pernah magang pada program Kedaireka *Mathcing Fund* “Scale-Up Produksi Agrodyke-Mikrobat sebagai Pemacu Produktivitas dan Kesehatan Tanaman Padi”. Selain itu, penulis juga aktif mengikuti organisasi ekstrakampus yaitu Ikatan Pelajar Muslimah Indonesia (IPMI) daerah Makassar, merupakan organisasi dakwah pelajar yang aktif dalam melakukan syi’ar dakwah dan berbagai bentuk pelatihan serta pengembangan bagi muslimah pelajar SMA dan sederajat se-Kota Makassar.

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
DEKLARASI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
PERSANTUNAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3 Hipotesis.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pupuk Hayati.....	3
2.1.1 Mikrobat.....	3
2.2 Pertumbuhan Bakteri.....	3
2.2.1 Faktor Pertumbuhan Bakteri.....	3
2.2.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	4
2.2.3 <i>Lactobacillus</i> sp.....	5
2.2.4 <i>Paenibacillus polymyxa</i>	5
2.2.5 <i>Streptomyces</i> sp.....	5
2.3 Media Pertumbuhan.....	6
2.3.1 Media Alternatif.....	6
2.3.2 Tepung Keong Mas.....	7
2.3.3 Dedak Padi.....	7
2.3.4 Tepung Kedelai.....	7
2.3.5 Molases.....	7
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	8
3.1 Tempat dan Waktu.....	8

3.2	Alat dan Bahan.....	8
3.3	Metode Penelitian	9
3.3.1	Rancangan Penelitian	9
3.3.2	Pelaksanaan Penelitian	10
3.3.2.1	Sterilisasi Alat	10
3.3.2.2	Peremajaan Isolat Bakteri.....	10
3.3.2.3	Persiapan Media	10
3.3.2.4	Pembuatan Media <i>Starter</i>	10
3.3.2.5	Pengenceran.....	11
3.3.3	Pengamatan.....	11
3.3.3.1	Jumlah Koloni	11
3.3.3.2	pH Media <i>Starter</i>	11
3.3.4	Analisis Data.....	11
3.3.5	Analisis Biaya Produksi.....	11
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
4.1	Perbandingan Pertumbuhan dan pH Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. Pada Media Pertumbuhan	12
4.1.1	Kurva Pertumbuhan Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp.....	12
4.1.2	Perubahan Nilai pH <i>Lactobacillus</i> sp. Pada Media Pertumbuhan.....	13
4.2	Perbandingan Pertumbuhan dan pH Bakteri <i>Paenibacillus polymyxa</i> Pada Media Pertumbuhan	13
4.2.1	Kurva Pertumbuhan Bakteri <i>Paenibacillus polymyxa</i>	13
4.2.2	Perubahan Nilai pH <i>Paenibacillus polymyxa</i> Pada Media Pertumbuhan.....	15
4.3	Perbandingan Pertumbuhan dan pH Bakteri <i>Streptomyces</i> sp. Pada Media Pertumbuhan	15
4.3.1	Kurva Pertumbuhan Bakteri <i>Streptomyces</i> sp.	15
4.3.2	Perubahan Nilai pH <i>Streptomyces</i> sp. Pada Media Pertumbuhan	16
4.4	Analisis Biaya Produksi Media Pertumbuhan	17
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	19
5.1	Kesimpulan	19
5.2	Saran.....	19
	Daftar Pustaka	20
	Lampiran	23

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Bahan untuk Membuat 1 liter Media Instan	8
Tabel 2. Komposisi Bahan untuk Membuat 1 liter Media IPB RI-1	8
Tabel 3. Komposisi Bahan untuk Membuat 1 liter Media IPB RI-2.....	8
Tabel 4. Komposisi Bahan untuk Membuat 1 liter Media Labiota-1.....	8
Tabel 5. Komposisi Bahan untuk Membuat 1 liter Media Labiota-2.....	9
Tabel 6. Komposisi Bahan untuk Membuat 1 liter Media Labiota-3.....	9
Tabel 7. Perubahan pH media <i>starter</i> setelah inokulasi bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. pada tiap masa penyimpanan.	13
Tabel 8. Perubahan pH media <i>starter</i> setelah inokulasi bakteri <i>Paenibacillus polymyxa</i> pada tiap masa penyimpanan.	15
Tabel 9. Perubahan pH media <i>starter</i> setelah inokulasi bakteri <i>Streptomyces</i> sp. pada tiap masa penyimpanan.	16
Tabel 10. Biaya produksi untuk membuat 1 liter media instan.....	17
Tabel 11. Biaya produksi untuk membuat 1 liter media IPB RI-1.....	17
Tabel 12. Biaya produksi untuk membuat 1 liter media IPB RI-2.....	17
Tabel 13. Biaya produksi untuk membuat 1 liter media Labiota-1.....	17
Tabel 14. Biaya produksi untuk membuat 1 liter media Labiota-2.....	18
Tabel 15. Biaya produksi untuk membuat 1 liter media Labiota-3.....	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Bakteri. Sumber: Parija, Microbiology & Immunology 4 th Edition. Springer Verlag, Singapore (2023).....	5
Gambar 2. Skema tingkat pengenceran media <i>starter</i> hingga pada tingkat pengenceran 10^{-8}	11
Gambar 3. Rumus TPC bakteri dari hasil pengenceran suatu media biakan	11
Gambar 4. Kurva pertumbuhan <i>Lactobacillus</i> sp. pada berbagai media alternatif.	12
Gambar 5. Kurva pertumbuhan <i>Paenibacillus polymyxa</i> pada berbagai media alternatif.	14
Gambar 6. Kurva pertumbuhan <i>Streptomyces</i> sp. pada berbagai media alternatif.	15

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel Lampiran A. Nilai <i>Total Plate Count</i> bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. pada berbagai media pertumbuhan.....	23
Tabel Lampiran B. Nilai <i>Total Plate Count</i> bakteri <i>Paenibacillus polymyxa</i> pada berbagai media pertumbuhan.....	23
Tabel Lampiran C. Nilai <i>Total Plate Count</i> bakteri <i>Streptomyces</i> sp. pada berbagai media pertumbuhan.....	23
Gambar Lampiran A. Prosedur pembuatan dan pengenceran media alternatif bakteri <i>Lactobacillus</i> sp.	24
Gambar Lampiran B. Pengukuran pH media dan pengamatan jumlah koloni bakteri <i>Lactobacillus</i> sp.	24
Gambar Lampiran C. Prosedur pembuatan dan pengenceran media alternatif bakteri <i>Paenibacillus polymyxa</i>	25
Gambar Lampiran D. Pengukuran pH media dan pengamatan jumlah koloni bakteri <i>Paenibacillus polymyxa</i>	26
Gambar Lampiran E. Prosedur pembuatan dan pengenceran media alternatif bakteri <i>Streptomyces</i> sp.....	26
Gambar Lampiran F. Pengukuran pH media dan pengamatan jumlah koloni bakteri <i>Streptomyces</i> sp.....	27

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroorganisme memiliki peranan penting dalam segala sektor kehidupan, tak terkecuali dibidang pertanian. Secara umum mikroorganisme terbagi menjadi enam kolompok, yaitu bakteri, cendawan, archaea, ganggang, protozoa, dan virus. Kelompok mikroorganisme tersebut telah dimanfaatkan peranannya oleh manusia, akan tetapi kelompok yang cukup banyak digunakan adalah dari kelompok bakteri.

Bakteri merupakan mikroorganisme prokariotik atau bersel satu. Bakteri digunakan pada bidang pertanian karena mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Secara umum, bakteri yang umum dimanfaatkan adalah dari kelompok PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), yaitu bakteri yang hidup dan aktif mengkolonisasi rizosfer. Bakteri PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan berbagai macam cara, diantaranya dengan membantu menyediakan unsur hara makro maupun mikro bagi tanaman yaitu dengan mekanisme menambat nitrogen (N), melarutkan fosfat (P), menghasilkan fitohormon, memproduksi siderofor, dan bahkan dapat menginduksi ketahanan sistemik (*Induced Systemic Resistance*) tanaman terhadap serangan patogen (Kumar *et al.*, 2021). Maka dari itu, bakteri PGPR sering kali diformulasikan sebagai agens dalam pembuatan pupuk hayati.

Salah satu jenis pupuk hayati yang telah lama dikomersialkan adalah Agrodyke-Mikrobat, yang merupakan pupuk hayati dan fungisida hayati yang mengandung 5 konsorsium bakteri, yaitu *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, *Streptomyces* sp., *Azotobacter* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*, diproduksi oleh PT Karanta Duta Indonesia yang bekerja sama dengan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin berperan meningkatkan produktivitas tanaman padi dengan cara menyediakan unsur hara dan melindungi dari serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Lima konsorsium bakteri tersebut saling bersinergi, diformulasikan dalam bentuk cair dan diproduksi secara bioteknologi, sehingga pupuk hayati ini dapat mendukung sistem pertanian berkelanjutan (Baharuddin *et al.*, 2019).

Secara khusus, bakteri *Lactobacillus* sp., *P. polymyxa*, dan *Streptomyces* sp. memiliki peranan yang luarbiasa bagi tanaman. *Lactobacillus* sp. berperan dalam fermentasi bahan organik di dalam tanah, proses fermentasi tersebut dapat menghasilkan asam organik dalam jumlah yang sangat besar sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah (Raman *et al.*, 2022); *P. polymyxa* ditekankan sebagai agens biokontrol, berdasarkan penelitian Yi, *et al* (2021) serta Mumpuni dan Rohmah (2021) diketahui bahwa *P. polymyxa* dapat menekan insidensi serangan dan meningkatkan ketahanan terhadap *Xanthomonas oryzae* penyebab penyakit hawar daun bakteri (HDB) pada tanaman padi; di sisi lain *Streptomyces* sp. memproduksi beberapa komponen bioaktif antifungi, antibiotik, serta antioksidan seperti Olygomycin, Rapamycin, Pyrroles. Berdasarkan penelitian Chaiharn, *et al* (2020) *Streptomyces* sp. mampu menghambat pertumbuhan *Pyricularia* sp. penyebab penyakit blas pada tanaman padi sebesar 80%.

Ketiga bakteri tersebut secara efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman dan dapat mencegah serta mengendalikan serangan patogen, mempunyai potensi yang besar untuk diformulasikan dalam bentuk pupuk hayati, sehingga manfaatnya dapat dirasakan secara nyata oleh masyarakat, khususnya petani. Di sisi lain, salah satu hal yang perlu disediakan dalam

produksi pupuk hayati adalah media tumbuh yang baik untuk mikroorganismenya. Media adalah suatu komponen yang berisi berbagai macam nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganismenya.

Terdapat beberapa media untuk memperbanyak bakteri, tetapi secara umum yang digunakan adalah *Nutrient Broth*, yang terdiri dari beberapa bahan, meliputi ekstrak daging, ekstrak ragi, pepton, dan NaCl (Jadhav *et al.*, 2018). Penggunaan *Nutrient Broth* secara efektif menumbuhkan bakteri, tetapi memiliki harga yang relatif mahal sehingga dinilai kurang efisien jika dijadikan sebagai media pertumbuhan dalam produksi pupuk hayati skala industri.

Dengan demikian, guna memproduksi Agrodyke-Mikrobat dalam skala industri, maka diperlukan media alternatif dengan memanfaatkan sumber daya alam dengan bahan yang mudah didapatkan, harga murah, serta dapat menumbuhkan bakteri dengan jumlah sel yang tinggi, sehingga dengan didapatkannya media alternatif tersebut dapat menekan biaya produksi.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian, media *Nutrient Broth* dapat diganti menggunakan media alternatif. Pada hasil penelitian Gunawan (2011) media alternatif lebih mampu menumbuhkan bakteri *Azotobacter* (10^{10} cfu/mL) dan Bakteri Pelarut Fosfat (10^9 cfu/mL) lebih banyak daripada menggunakan media *Nutrient Broth* (10^8 cfu/mL). Di samping itu, bahan yang digunakan cenderung mudah ditemukan dengan harga yang lebih murah, sehingga media alternatif dinilai lebih efisien dan efektif untuk menumbuhkan bakteri. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai “Pengaruh Beberapa Media Alternatif Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, dan *Streptomyces* sp.”

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan mencari media tumbuh yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, dan *Streptomyces* sp. dengan cepat, stabil, jumlah sel yang tinggi, dan dengan harga yang murah, sehingga dapat dijadikan sebagai media alternatif yang efektif dan efisien.

Di sisi lain, manfaat dari penelitian ini adalah media alternatif yang diteliti dapat digunakan sebagai media memperbanyak bakteri dan penggunaan bahan bakunya turut berperan dalam memakmurkan serta mengolah sumber daya alam menjadi sesuatu yang bernilai. Tak hanya itu, penelitian ini dapat menjadi sumber literatur tambahan mengenai media pertumbuhan bakteri.

1.3 Hipotesis

Diduga media alternatif dapat menumbuhkan bakteri *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, dan *Streptomyces* sp. dengan cepat, stabil, jumlah sel yang tinggi, dan disertai dengan harga yang murah daripada media instan *Nutrient Broth*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Hayati

Pupuk hayati adalah jenis pupuk yang mengandung inokulum mikroba, umumnya didapatkan dari zona perakaran atau perakaran tanaman. Pupuk hayati mampu berperan dalam meningkatkan produktivitas tanaman, dengan cara menyediakan unsur hara serta memproteksi tanaman dari serangan OPT. Hal ini dikarenakan mikroba yang digunakan adalah mikroba endofitik yang mempunyai peranan spesifik bagi pertumbuhan tanaman (Nosheen *et al.*, 2021).

Penggunaan pupuk hayati dapat mendukung pertanian berkelanjutan karena lebih ramah lingkungan disertai dengan hasil produksi yang maksimal. Berdasarkan hasil penelitian Sudewi *at al* (2021) penggunaan bakteri endofitik mampu meningkatkan perkecambahannya padi lokal aromatik sebesar 97.33% disertai rata-rata panjang plumula dan radikula 7.67 cm dan 9.80 cm. Hazra dan Santosa (2022) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati memiliki efektivitas agronomis relatif mencapai >95% serta efisien secara ekonomi dengan nilai R/C 1.83. Selaras dengan peranan pupuk hayati, maka diperlukan upaya eksplorasi mikroba potensial sehingga dapat menghasilkan inovasi pupuk hayati secara efektif bagi pertumbuhan tanaman.

2.1.1 Mikrobat

Mikrobat adalah pupuk hayati yang diformulasikan dalam bentuk cair dan diproduksi secara bioteknologi, mengandung 5 konsorsium bakteri yaitu *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, *Streptomyces* sp., *Azotobacter* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*, yang saling bersinergi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Baharuddin *et al.*, 2019).

Pupuk hayati Mikrobat telah diteliti efektivitasnya secara *in vitro* maupun *in vivo* dengan hasil yang memuaskan. Berdasarkan penelitian Jamil *et al* (2020) aplikasi Mikrobat pada tanaman padi memberikan respon positif daripada perlakuan kontrol yang terlihat pada parameter tinggi tanaman, panjang dan jumlah gabah per malai, serta bobot 1000 bulir. Hal tersebut serupa dengan hasil penelitian Asman *et al* (2022) bahwa aplikasi Mikrobat dapat meningkatkan produktivitas kedelai melebihi produktivitas Nasional yaitu >2 ton/ha.

2.2 Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan bakteri dapat diartikan sebagai bertambahnya jumlah sel yang terakumulasi dalam bentuk koloni berupa populasi yang terdiri dari ratusan, ribuan, dan bahkan milyaran sel. Populasi bakteri dapat bertambah dengan sangat cepat dalam waktu yang singkat, serta dapat pula tumbuh dalam waktu yang lama (Tortora *et al.*, 2018).

Perbedaan pertumbuhan bakteri akan sangat dipengaruhi oleh kondisi nutrisi dari media pertumbuhannya, apabila bakteri ditumbuhkan pada nutrisi dan lingkungan sesuai dengan yang diinginkan maka bakteri mampu menghasilkan jumlah sel yang banyak dalam waktu yang singkat, begitu pula sebaliknya (Tortora *et al.*, 2018).

2.2.1 Faktor Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan bakteri berkaitan erat dengan substrat dan lingkungan tumbuhnya. Menurut Parija (2012) terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pertumbuhan bakteri, meliputi:

1) Suhu

Sebagian besar bakteri dapat tumbuh baik pada suhu ruang, tetapi beberapa mampu tumbuh pada suhu yang ekstrim. Preferensi suhu bagi bakteri terbagi menjadi tiga, yaitu a) Psikofilik

yang menyukai suhu rendah, b) Mesofilik yang menyukai suhu moderat, dan c) Termofilik yang menyukai suhu tinggi. Adapun rentang suhu pertumbuhan bakteri adalah 15–50°C.

2) pH (Derajat Keasaman)

Kebanyakan bakteri dapat tumbuh dengan baik pada rentang pH yang netral, antara pH 6.5–7.5, tetapi beberapa bakteri dapat pula tumbuh pada pH dibawah 4 dan diatas 10.

3) Tekanan osmotik

Bakteri mendapatkan hampir semua nutrisinya dari air yang ada di sekitarnya, maka dari itu bakteri memerlukan air untuk tumbuh sebanyak 80-90%. Peran air berkaitan dengan tekanan osmotik, jika tekanan osmotik tinggi (lingkungan bersifat hipertonik terhadap sel) maka air akan keluar dari dalam sel melalui membrane plasma, begitu pula sebaliknya.

4) Oksigen

Oksigen berperan dalam proses metabolisme bakteri. Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen maka umumnya bakteri dikelompokkan menjadi tiga tipe, yaitu a) Obligat aerob yang hanya tumbuh jika terdapat oksigen, b) Fakultatif anaerob yang mampu tumbuh jika ada/tidak ada oksigen tapi bakteri tipe ini dapat tumbuh dengan baik jika terdapat oksigen, c) Obligat anaerob yang hanya tumbuh jika tidak terdapat oksigen.

5) Nutrisi

Nutrisi didapatkan dari media pertumbuhan bakteri yang secara umum harus memuat unsur karbon, nitrogen, sulfur, fosfat, mineral, serta asam organik. Apabila media pertumbuhan bakteri memuat unsur nutrient yang dibutuhkan oleh bakteri secara tepat maka akan berpengaruh positif terhadap pertumbuhannya.

2.2.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri

Kurva pertumbuhan merepresentasikan siklus pertumbuhan bakteri yang berkaitan dengan jumlah sel pada rentang waktu tertentu. Berdasarkan Parija (2023) bahwa tahap kurva pertumbuhan bakteri terbagi menjadi 4 fase, meliputi:

1) Fase lag

Pada fase ini, sel bakteri masih pada tahap menyesuaikan diri dengan lingkungannya, sel tidak membelah secara cepat, meskipun demikian sel tidak berada pada masa dorman. Fase ini dapat berlangsung selama 1 jam hingga beberapa hari.

2) Fase logaritma (log)

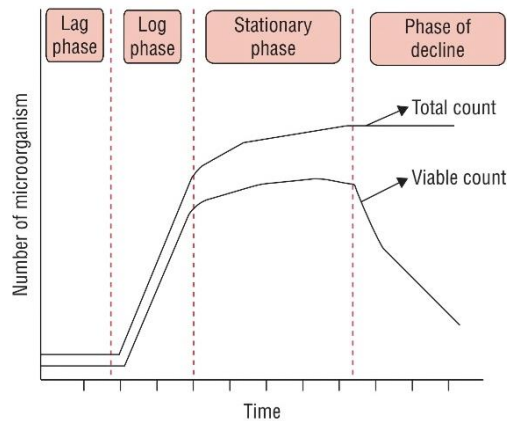
Fase ini dicirikan dengan peningkatan jumlah sel secara eksponensial, sel bakteri akan melipatgandakan dirinya hingga jumlah sel yang maksimum tercapai. Hal ini disebabkan terjadi reproduksi sel secara cepat disertai aktifnya sel secara metabolik.

3) Fase stasioner

Hampir tidak terjadi peningkatan jumlah sel dikarenakan bakteri telah kekurangan nutrisi, air, oksigen, perubahan pH, disertai dengan produksi metabolit yang bersifat toksin dari bakteri itu sendiri. Maka dari itu, pada fase ini endospora akan mulai dibentuk.

4) Fase kematian

Terjadi penurunan populasi bakteri disebabkan kematian dari sel itu sendiri, disertai dengan terkumpulnya metabolit bersifat toksin yang dapat mematikan selnya dan nutrisi pada medium telah habis digunakan.



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Bakteri. Sumber: Parija, *Microbiology & Immunology* 4th Edition. Springer Verlag, Singapore (2023).

2.2.3 *Lactobacillus* sp.

Lactobacillus sp. dikenal sebagai bakteri asam laktat (BAL), bakteri dari genus ini mempunyai peranan yang kompleks bagi ekosistem, diantaranya ialah mampu berperan sebagai agen biokontrol guna menekan pertumbuhan patogen dan hama, biostimulan dengan mensintesis fitohormon, dan bioremediasi (Raman *et al.*, 2022).

Lactobacillus sp. merupakan bakteri bergram positif, bersifat fakultatif anaerob, sel berbentuk basil, dengan ciri koloni berwarna putih susu, bulat serta ada pula yang berbentuk entire dan cembung (Aini *et al.*, 2018). Bakteri ini mampu tumbuh dengan baik pada suhu 30–40°C, pH 5–7, kecepatan agitasi 50–150 rpm (Mejia-Gomez dan Balcazar., 2020).

2.2.4 *Paenibacillus polymyxa*

P. polymyxa merupakan bakteri yang hidup pada rizosfer bersifat endofitik dan sering dijadikan sebagai agen pengendali hayati. Hal ini disebabkan karena *P. polymyxa* mampu menghasilkan senyawa antimikroba, yaitu lipopeptide polymyxin, fusaricidins, paenilipoheptin, paenilan, dan tridecaptin (Pandey *et al.*, 2023).

P. polymyxa merupakan bakteri bergram positif, berbentuk basil, membentuk endospora. Bakteri ini mampu tumbuh dengan baik pada suhu 30–37°C, pH 6–7 (Kaziuniene *et al.*, 2021). Meskipun demikian *P. polymyxa* mampu tumbuh pada kondisi yang ekstrim seperti suhu yang tinggi, residu pestisida, dan paparan UV (Pandey *et al.*, 2023).

2.2.5 *Streptomyces* sp.

Streptomyces sp. merupakan salah satu bakteri penting pada sektor pertanian, bakteri ini mampu mendegradasi selulosa, lignoselulosa, kitin, dan komponen organik lainnya sehingga efektif dijadikan sebagai agens pengendali hayati (Goredema *et al.*, 2020).

Streptomyces sp. merupakan bakteri gram positif, bersifat aerob. Bentuk koloni *Streptomyces* sp. adalah filamentos mirip seperti miselium cendawan dengan warna yang beragam mulai dari putih kecoklatan, kuning kecoklatan, hingga hijau keabu-abuan dan kebiruan. Bakteri ini mampu tumbuh dengan baik pada suhu pada suhu 25–35°C disertai dengan pH yang netral antara 6.5–8, meskipun demikian terkadang koloni *Streptomyces* sp. memiliki pertumbuhan yang cenderung lambat (Goredema *et al.*, 2020).

2.3 Media Pertumbuhan

Hal yang perlu diperhatikan untuk menunjang pertumbuhan bakteri adalah media pertumbuhan. Media pertumbuhan adalah media yang berisi nutrisi yang disiapkan untuk menumbuhkan bakteri. Beberapa jenis bakteri mampu tumbuh pada beberapa jenis media kultur dan ada pula yang menghendaki media kultur yang spesifik, maka dari itu media kultur yang baik adalah media yang mengandung nutrisi yang diperlukan oleh suatu jenis bakteri (Tortora *et al.*, 2018).

Menurut Cappucino (2013) guna menunjang pertumbuhan bakteri maka diperlukan beragam nutrisi, diantaranya meliputi:

1) Nitrogen

Unsur nitrogen berperan penting dalam proses sintesis protein serta asam nukleat yaitu DNA, RNA, maupun ATP. Adanya senyawa protein maka akan terbentuk bahan sel yang fungsional, enzim, serta bertanggung jawab pada proses metabolik sel.

2) Karbon

Karbon merupakan unsur penting yang dibutuhkan untuk membentuk struktur dan fungsi sel, bahkan setengah berat kering dari sel bakteri adalah karbon. Terdapat dua jenis bakteri dalam kebutuhannya terhadap karbon, yaitu autotrof dan heterotrof.

3) Unsur non-logam

Unsur non-logam esensial terdiri dari fosfor dan sulfur. Fosfat digunakan dalam pembentukan asam nukleat dan fosfolipid pada membran sel. Tak hanya itu, fosfat juga mampu menjadi sumber ATP dan terkadang bisa menjadi kofaktor suatu enzim. Di sisi lain, sulfur digunakan membentuk protein yang berasal dari senyawa organik.

4) Unsur logam

Unsur logam dapat berupa kalsium, zink, natrium, kalium, magnesium, besi, dan mangan yang dimana unsur tersebut dibutuhkan dalam aktivitas seluler sel, diantaranya ialah osmoregulasi, transport electron, dan regulasi aktivasi enzim.

5) Vitamin

Vitamin memiliki peranan yang hampir sama dengan unsur fosfor, yaitu untuk proses sintesis asam amino, ATP, dan fosfolipid. Maka dari itu vitamin berperan dalam pertumbuhan dan aktivitas sel.

6) Air

Air dibutuhkan agar nutrisi dapat masuk melintasi membran sel, sehingga peranan nutrisi dari media pertumbuhan dapat berfungsi dan digunakan untuk aktivitas sel bakteri.

Pada dasarnya, terdapat syarat suatu media pertumbuhan bakteri, meliputi, a) Memuat nutrisi yang diperlukan, b) Kelembaban, pH, dan kadar oksigen yang sesuai dengan bakteri, c) Terbebas dari kontaminasi, dan d) Diinkubasi pada suhu yang ideal (Tortora *et al.*, 2018).

2.3.1 Media Alternatif

Pada skala laboratorium umumnya digunakan media instan *nutrient broth* untuk menumbuhkan bakteri. Di sisi lain, dapat pula digunakan media alternatif dengan memakai bahan yang mudah didapatkan, harga yang lebih murah, serta mampu menumbuhkan bakteri dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian Putri *et al* (2017) didapatkan hasil bahwa limbah kulit buah naga dalam menumbuhkan *E. coli* tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Hal demikian dapat dilihat dari hasil penelitian Vieira *et al* (2021) yang dimana limbah kulit nanas dapat menumbuhkan beberapa bakteri disertai dengan inisiasi biosurfaktan. Hasil yang sama

didapatkan pula pada penelitian Abdul *et al* (2022) menggunakan kedelai sebagai media alternatif *B. subtilis* dengan hasil pertumbuhan dan morfologi yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol.

Secara umum, terdapat beberapa bahan yang potensial dijadikan sebagai komposisi dalam pembuatan media alternatif karena mengandung nutrisi yang tinggi. Bahan tersebut dapat berupa tepung keong mas, dedak padi, tepung kedelai, dan molases.

2.3.2 Tepung Keong Mas

Keong mas umumnya dikenal sebagai salah satu hama utama tanaman padi yang menyerang pada awal fase vegetatif, meskipun demikian keong mas memiliki protein yang tinggi. Maka dari itu keong mas dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein dan umumnya dimanfaatkan sebagai pakan alternatif bagi hewan ternak.

Berdasarkan uji proksimat dari kandungan nutrisi tepung keong mas didapatkan bahan kering 95,14%, kadar abu 12,66%, protein 56,06%, lemak 6,24%, serat kasar 5,03%, BETN 15,16%, dan ME (energi metabolis) 2887,02 kkal/kg (Agustono *et al.*, 2019).

2.3.3 Dedak Padi

Dedak padi merupakan limbah hasil penggilingan padi yang berasal dari lapisan luar beras. Meskipun merupakan limbah tetapi dedak memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi dengan nilai energi metabolis sebesar 2998–3498 kkal/kg, maka dari itu dedak padi sangat potensial untuk dimanfaatkan (Hartadi *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil uji kandungan nutrisi maka dedak padi terdiri atas bahan kering 89,97%, protein kasar 13,81%, lemak kasar 14,39%, abu 15,71%, serat kasar 21,16%, serta BETN 54,75% (Suryani, *et al.*, 2022).

2.3.4 Tepung Kedelai

Kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati dengan kandungan gizi yang cukup tinggi, sehingga kedelai banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam beberapa produk makanan. Hal tersebut tidak lepas dari kandungan gizi yang ada pada kedelai, menurut USDA (2017) dalam 100 gram kedelai mengandung protein 10,62 gram, karbohidrat 13,75 gram, serat 3,5 gram, dengan kandungan energi sebesar 150 kkal.

2.3.5 Molases

Molases merupakan hasil samping dari pengolahan tebu pada proses pembuatan gula. Meskipun merupakan produk samping, molases memiliki nilai ekonomi serta sering dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kecap, pupuk, maupun olahan industri fermentasi.

Adapun kandungan nutrisi dari molases yaitu kadar air 23%, bahan kering 77%, abu 0,2%, protein kasar 4,2%, lemak kasar 0,2%, serat kasar, 7,7%, Ca 0,84%, P 0,09%, BETN 57,1%, disertai ME sebesar 2280 kkal/kg. Tak hanya itu, molases terdiri dari sebagian besar gula, asam amino, dan mineral, dimana kadar gula cukup bervariasi, meliputi sukrosa 25–45% dan gula tereduksi 12–35% (Rochani *et al.*, 2016).