

**ANALISIS KUALITAS PRODUK AGENS HAYATI PADA  
EMPAT PPAH DI WILAYAH LABORATORIUM PHPTPH  
PAMEKASAN JAWA TIMUR**

**OLEH**

**EKO FEBRIYANTO**

**135040201111084**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG**

**2018**



## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan yang terdapat didalam skripsi ini merupakan gagasan atau hasil penelitian saya sendiri dibawah bimbingan dosen pembimbing, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program sejenis di perguruan tinggi manapun. Semua data dan informasi yang dipergunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.

Malang, Agustus 2018

Penulis





"Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orangtua tercinta yang telah mendoakan dan memberi dukungan yang tiada henti"

## RINGKASAN

**Eko Febriyanto. 135040201111084. Analisis Kualitas Produk Agens Hayati pada Empat PPAH di Wilayah Laboratorium PHPTPH Pamekasan. Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. dan Mochammad Syamsul Hadi, SP. MP.**

---

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) secara baik dan ramah lingkungan ialah pertanian dengan cara Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dengan memanfaatkan penggunaan agens hayati. Pemasukan agens hayati di Indonesia berdampak baik bagi petani. Untuk mengawasi keberlanjutan dari konsep PHT pada pertanian, dibentuklah sebuah Lembaga atau kelompok tani yang bertugas untuk menyediakan agens hayati yang disebut Pos Pelayanan Agens Hayati (PPAH). PPAH yang tersebar di daerah Pamekasan diawasi dan dibimbing langsung oleh Laboratorium Pengamat Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (LPHPTPH). Selama kegiatan proses produksi agens hayati yang dilakukan oleh PPAH di Pamekasan masih terdapat banyak permasalahan, salah satunya yaitu dalam proses kualitas dan uji mutu agens hayati yang diproduksi PPAH serta proses pengaplikasian agens hayati yang masih kurang optimal.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara observasi dan wawancara terhadap responden yang telah ditentukan untuk mendapatkan data deskriptif, dan pengujian mutu produk agens hayati dengan cara penghitungan kerapatan dan viabilitas produk serta uji kontaminasi bakteri patogen manusia di Laboratorium. Data hasil observasi dan wawancara dikategorikan berdasarkan kategori yang telah ditentukan sedangkan untuk hasil pengujian mutu produk dibandingkan dengan literatur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 sampai dengan Maret 2018 di Laboratorium Pengendalian Hayati dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Hasil penelitian kualitas produk agens hayati yang diproduksi oleh empat PPAH di wilayah LPHPTPH Pamekasan memiliki nilai sama yaitu 73,33 dengan kategori baik. Hanya dua agens hayati jenis jamur yang sesuai dengan label kemasan produk. Adanya kontaminasi bakteri patogen manusia yaitu *E. Coli* dan *Salmonella* sp. pada dua jenis produk dari dua PPAH dengan masing masing kerapatan  $10^1$ .

## SUMMARY

**Eko Febriyanto. 135040201111084. Quality Biological Agents Products Analysis in Four PPAH at PHPTPH Laboratory Pamekasan District East Java. Supervised by Dr. Ir. Toto Himawan, SU. And Mochammad Syamsul Hadi, SP. MP.**

---

Integrated Pest Management (IPM) is a method for controlling plant pest organisms with environmentally friendly using biologically active component. The import of biological agents in Indonesia has a positive impact on farmers. To monitor the sustainability of the concept of IPM in agriculture, an institution or group of farmers who provide biological agents, called Postal Service Biological Agents (PPAH). Postal Service Biological Agents distributed in Pamekasan are monitored and managed directly by the Pest and Food Crops and Horticulture Observers Laboratory (LPHPTPH). During the manufacturing process of biological agents by PPAH in Pamekasan, there are still many problems such as quality process and quality testing of biological agents and biological agents application method, which is still less than optimal.

This study was used a qualitative method made by observation research and interviews with respondents who were determined to obtain descriptive data, and to calculate product quality testing of biological agents by the density and viability of the product as well as human pathogenic bacteria contamination test in the laboratory. The data from observations and interviews was categorized according to given categories, while the results of the product quality check was compared with the literature. This research was conducted from November 2017 to March 2018 in Laboratory of Biological Control and Laboratory of Plant Pathology, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University.

The results showed that the quality of biological agents produced by four PPAH in the LPHPTPH Pamekasan area had the same value, namely 73.33 in the category good. Only two types of organic mushrooms that match the product packaging label. The presence of contamination of human pathogenic bacteria, namely *E. coli* and *Salmonella* sp. on two types of products made of two PPAH with each density of  $10^1$ .

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisis Kualitas Produk Agens Hayati pada Empat PPAH di Wilayah Laboratorium PHTPH Pamekasan Jawa Timur”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan kepada penulis dalam menjalankan segala proses kuliah, penelitian hingga penyelesaian skripsi ini, semoga penulis tetap istiqomah dan tetap berada dalam lindungan-Nya. Kedua Orang Tua yaitu Bapak Suratno dan Ibu Rahmatun, Adik, Nenek dan segenap Keluarga besar penulis. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS., selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Dr. Ir. Toto Himawan, SU., selaku Pembimbing Utama dan Mochammad Syamsul Hadi, SP. MP., selaku Pembimbing Pendamping II yang telah sabar dan ikhlas membimbing penulis hingga proses skripsi ini selesai. Serta Teman-teman HPT FP UB dan semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini

Penulis masih menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca dan seluruh lapisan masyarakat sekitar.

Malang, Agustus 2018

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Pamekasan pada tanggal 27 Februari 1995, putra pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Suratno dan Ibu Rahmatun.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Pademawu Barat 2 pada tahun 2001-2007. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 1 Pademawu pada tahun 2007-2010, selanjutnya penulis melanjutkan studi di SMAN 1 Pademawu pada tahun 2010-2013. Serta pada tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Minat Perlindungan Tanaman di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPT).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Staff Muda Advokesma Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FP UB pada Tahun 2013, Staff Advokesma BEM FP UB tahun 2014, Menteri Pemuda dan Budaya BEM FP UB tahun 2015, Ketua Umum Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) FP UB tahun 2016, dan Majelis Permusyawaratan Mahasiswa (MPM) FP UB tahun 2017. Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan kemahasiswaan, diantaranya: sebagai Staff Kordinator Lapang Pengenalan Kehidupan Kampus Mahasiswa Universitas (PK2MU) dan Open House Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) UB pada tahun 2014, Ketua Pelaksana *Agriculture Vaganza* (AVG) dalam memperingati Dies Natalis FP UB ke 54 pada tahun 2014, Pada tahun 2015 pernah menjadi Staff Kordinator Lapang PK2MU dan PBP UB, Pada tahun 2015 juga penulis aktif diberbagai kepanitian sebagai *steering committe* (SC) diantaranya; *steering committe* Program Orientasi Studi Terpadu (POSTER) FP UB, PPM FP UB, Open House LKM FP UB, PMT FP UB, dan Expo Beasiswa FP UB.

Pada tahun 2016 Penulis aktif dalam kegiatan Seminar Nasional, diantaranya: Seminar Nasional "Pengendalian Penyakit pada Tanaman Pertanian Ramah Lingkungan II" UGM Yogyakarta, Seminar Nasional Plant Protection Day Universitas Padjadjaran Jatinangor. Selain itu penulis juga pernah menjadi Info Guide Pekan Petani dan Nelayan Nasional (PENAS) di Kanjuruhan Malang, pernah menjadi peserta "If I Were" di Pujon malang yang diselenggarakan oleh Kementerian Sosial Masyarakat BEM FP UB, dan pernah menjadi peserta magang kerja di Kelompok Wanita Tani Vigur Organik Malang.



## DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Agens Hayati dan Macam-macam Agens Hayati .....	3
2.2 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Agens Hayati.....	6
2.3 Kualitas dan Uji Mutu Agens Hayati .....	7
2.4 Lembaga yang Berperan dalam Pelaksanaan Produksi Agens Hayati.....	8
2.5 Uji Kontaminasi Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Salmonella</i> sp .....	9
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	10
3.2 Alat dan Bahan .....	10
3.3 Metode Pelaksanaan. ....	10
3.4 Kerangka Operasional Penelitian.....	11
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	12
3.5.1 Prosedur Pengambilan Data .....	12
3.5.2 Pengujian Kualitas Produk Agens Hayati .....	13
3.5.3 Identifikasi Kontaminasi Produk Agens Hayati dengan Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Salmonella</i> sp.....	19
3.5.4 Analisis Penggunaan Produk Agens Hayati di Kalangan Petani.....	19
3.6 Analisis Data.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil .....	28
4.1.1 Kualitas Produk Agens Hayati yang diproduksi oleh PPAH Di Wilayah LPHTPH Pamekasan .....	28
4.1.1.1 Penilaian terhadap LPHTPH dan PPAH di Pamekasan .....	28
4.1.1.2 Kualitas Agens Hayati .....	29
4.1.1.3 Kualitas Produk Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan.....	39
4.1.1.4 Identifikasi Kontaminasi Produk Agens Hayati terhadap Bakteri <i>E. coli</i> dan <i>Salmonella</i> sp.....	46
4.1.1.5 Analisis Penggunaan Produk Agens Hayati di Kalangan Petani.....	47
4.2 Pembahasan.....	53



V. PENUTUP  
5.1 Kesimpulan ..... 58  
5.2 Saran ..... 58  
DAFTAR PUSTAKA..... 59  
LAMPIRAN ..... 64



## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kategori Penilaian Hasil Observasi dan Wawancara di LPHPTPH dan PPAH di Pamekasan .....	20
2.	Indikator dan Kriteria Penilaian LPHPTPH untuk Pemanfaatan dan Sarana Prasarana Laboratorium.....	21
3.	Indikator dan Kriteria Penilaian LPHPTPH untuk Pengembangan Agens Hayati dan Pemberdayaan PPAH.....	21
4.	Indikator dan Kriteria Penilaian LPHPTPH untuk Penyediaan Isolat .....	22
5.	Indikator dan Kriteria Penilaian LPHPTPH untuk Pelayanan Uji Mutu Agens Hayati .....	23
6.	Indikator dan Kriteria Penilaian PPAH untuk Kondisi Tempat Produksi Agens Hayati .....	24
7.	Indikator dan Kriteria Penilaian PPAH untuk Kondisi Alat Produksi Agens Hayati .....	25
8.	Indikator dan Kriteria Penilaian PPAH untuk Proses Produksi Agens Hayati .....	26
9.	Indikator dan Kriteria Penilaian PPAH untuk Kualitas Agens Hayati .....	27
10.	Penilaian Program Pengembangan Agens Hayati dan Pemberdayaan PPAH oleh LPHPTPH Pamekasan.....	28
11.	Penilaian Pemanfaatan dan Sarana Prasarana Laboratorium LPHPTPH Pamekasan .....	30
12.	Penilaian Penyediaan Isolat oleh LPHPTPH Pamekasan.....	31
13.	Penilaian Pelayanan Uji Mutu Agens Hayati yang Dilaksanakan oleh LPHPTPH Pamekasan .....	31
14.	Penilaian Produksi Agens Hayati pada Empat PPAH di Pamekasan.....	32
15.	Jenis Produk Agens Hayati yang diproduksi Empat PPAH di Pamekasan...	35
16.	Proses Produksi Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan.....	35
17.	Pengujian Kualitas Agens Hayati yang dilaksanakan oleh Empat PPAH di Pamekasan.....	37
18.	Hasil Penilaian untuk Masing-masing PPAH .....	38
19.	Hasil Penilaian setiap Indikator dalam Satu Kota.....	39
20.	Jenis Produk Agens Hayati yang terdapat pada Empat PPAH di Pamekasan.....	39
21.	Kesesuaian Kandungan Produk Agens Hayati Jamur dengan Label pada Kemasan .....	40
22.	Hasil Pengujian Kerapatan Spora.....	41
23.	Hasil Pengujian Viabilitas Spora .....	42
24.	Kode Isolat untuk Masing-masing Bakteri.....	42
25.	Hasil Inokulasi Bakteri pada Media Selektif .....	43
26.	Hasil Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia Bakteri.....	44
27.	Hasil Pengujian dan Identifikasi Kontaminasi Produk Agens Hayati terhadap Bakteri <i>E. coli</i> dan <i>Salmonella</i> sp. ....	47



28. Identitas Petani Pengguna Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan..... 47

29. Penggunaan Agens Hayati oleh Petani Pengguna Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan..... 47

30. Dosis, Konsentrasi dan Volume Semprot Agens Hayati dalam Satu Kali Aplikasi..... 50

31. Pemberian Input Bahan ke Tanah dan Tanaman selama Penggunaan Agens Hayati..... 51

32. Dosis, Konsentrasi dan Volume Semprot Pestisida Sintetik dalam Satu Kali Aplikasi..... 51



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kenampakan Mikroskopis dan Makroskopis <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	4
2.	Kenampakan Mikroskopis dan Makroskopis <i>Beuveria bassiana</i> .....	4
3.	Kenampakan Mikroskopis dan Makroskopis <i>Tricoderma harzianum</i> .....	5
4.	Kenampakan Mikroskopis dan Makroskopis <i>Pseudomonas fluorescens</i> .....	6
5.	Kenampakan Mikroskopis dan Makroskopis <i>Paenibacillus polymyxa</i> .....	6
6.	Bidang Pandang dalam Bidang Hitung <i>Haemocytometer</i> .....	14
7.	Hasil Kenampakan Makroskopis dan Mikroskopis Agens Hayati Jamur pada Dua PPAH.....	40
8.	Hasil Purifikasi Koloni Tunggal Bakteri Ketiga PPAH .....	43
9.	Bentuk Koloni Tunggal Bakteri Empat Sampel dari Ketiga PPAH .....	44
10.	Uji KOH pada Empat Sampel Bakteri dari Ketiga PPAH .....	45
11.	Pewarnaan Gram Bakteri Empat Sampel Bakteri dari Ketiga PPAH .....	45
12.	Pengujian <i>Pseudomonas fluorescens</i> pada Media King's B di bawah Sinar UV.....	46
<b>Lampiran</b>		
1.	Layout Tempat Produksi PPAH Dharma Dwipa .....	75
2.	Layout Tempat Produksi PPAH Shinta Tani.....	75
3.	Layout Tempat Produksi PPAH Mawar .....	76
4.	Layout Tempat Produksi PPAH Rukun Tani .....	76
5.	Kondisi Laboratorium 1 di LPHPTPH Pamekasan .....	77
6.	Kondisi Laboratorium 2 di LPHPTPH Pamekasan .....	77
7.	Isolat yang Terdapat di LPHPTPH Pamekasan.....	77
8.	Peralatan yang Terdapat di LPHPTPH Pamekasan .....	78
9.	Peralatan yang Terdapat di LPHPTPH Pamekasan .....	78
10.	Peralatan yang Terdapat di LPHPTPH Pamekasan .....	78
11.	Tempat Produksi dan Perbanyakan Agens Hayati di PPAH Dharma Dwipa dan PPAH Shinta Tani .....	79
12.	Tempat Produksi dan Perbanyakan Agens Hayati di PPAH Mawar dan PPAH Rukun Tani .....	79
13.	Label Kemasan PGPR, <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan <i>Paenibacillus polymyxa</i> PPAH Dharma Dwipa .....	80
14.	Label Kemasan <i>Pseudomonas fluorescens</i> PPAH Shinta Tani dan PGPR PPAH Rukun Tani .....	80
15.	Uji di Laboratorium.....	81



**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kuisisioner untuk LPHPTPH.....	65
2.	Kuisisioner untuk PPAH .....	67
3.	Kuisisioner untuk Petani .....	71
4.	Gambar Layout Tempat Produksi Empat PPAH di Pamekasan .....	75
5.	Kondisi Ruangan Laboratorium, Alat dan Isolat di LPHPTPH Pamekasan....	77
6.	Kondisi Tempat Produksi dan Perbanyakkan Agens Hayati Empat PPAH di Pamekasan .....	79
7.	Label Kemasan Produk Agens Hayati PPAH di Pamekasan.....	80
8.	Proses Uji Kerapatan Spora Produk Jamur dan Proses Pengenceran Produk Bakteri di Laboratorium .....	81



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada umumnya dilakukan petani dengan melakukan penyemprotan pestisida untuk mengatasi masalah interval yang semakin pendek dan dosis yang semakin tinggi. Hal ini yang menyebabkan masalah OPT semakin rumit, sehingga petani semakin tidak rasional dalam penggunaan pestisida (Udiarto *et al.*, 2005). Pengendalian OPT secara baik dan ramah lingkungan ialah pertanian dengan cara Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dengan memanfaatkan penggunaan agens hayati untuk mengendalikan OPT (Uruilal *et al.*, 2012).

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, PHT tidak lagi dipandang sebagai teknologi, melainkan menjadi suatu konsep dalam menyelesaikan masalah lapangan (Kenmore, 1996). Tujuan dari PHT adalah untuk membatasi penggunaan pestisida sintetis dengan memperkenalkan konsep ambang ekonomi sebagai dasar penetapan pengendalian hama. Pendekatan ini mendorong penggantian pestisida kimia dengan teknologi alternatif yang lebih banyak memanfaatkan bahan dan metode hayati, termasuk musuh alami, pestisida hayati, dan feromon. Dengan cara inilah, dampak negatif penggunaan pestisida sintetis terhadap kesehatan dan lingkungan dapat dikurangi (Untung, 2000).

Menteri Pertanian mengeluarkan surat keputusan dengan Nomor. 411/Kpts/TP.120/6/1995 tentang pemasukan agens hayati ke dalam wilayah Negara Republik Indonesia (PERMENTAN,1995). Sejak saat itu, penggunaan agens hayati mulai disebarluaskan kepada petani petani di Indonesia, pengetahuan tentang pengendalian OPT menggunakan agens hayati bagi petani dapat disampaikan secara langsung melalui pertemuan dengan individu petani atau kelompok tani, atau secara tidak langsung menggunakan media publikasi (Ooi, 1997).

Upaya yang dilakukan pemerintah dalam merealisasikan konsep PHT dalam pertanian di Indonesia yaitu dengan diadakannya Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT), dan terbukti pengalaman SLPHT merupakan media yang sangat bermanfaat yang cukup besar bagi petani dalam meningkatkan kemampuan mengendalikan hama dan penyakit tanaman secara terpadu (Sastrosiswojo dan Oka, 1997). Untuk mengawasi keberlanjutan dari

konsep PHT pada pertanian, dibentuklah sebuah Lembaga atau kelompok tani yang bertugas untuk menyediakan agens hayati yang disebut Pos Pelayanan Agens Hayati (PPAH), sampai pada tahun 2014 PPAH yang ada di Indonesia telah mencapai 1.350 unit (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, 2015). Menurut hasil keterangan pihak Dinas Kabupaten Pamekasan, PPAH yang tersebar di daerah Pamekasan diawasi dan dibimbing langsung oleh Laboratorium Pengamat Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (LPHPTPH). Menurut salah satu pihak LPHPTPH Pamekasan menjelaskan bahwa LPHPTPH Pamekasan merupakan salah satu Laboratorium dibawah UPT. Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur yang terletak di Pulau Madura yang memegang area Pulau Madura, namun PPAH yang masih aktif sampai saat ini hanya terdapat di daerah Pamekasan.

Selama kegiatan proses produksi agens hayati yang dilakukan oleh PPAH di Pamekasan diduga perlu diperbaiki, salah satunya yaitu dalam proses kualitas dan uji mutu agens hayati yang diproduksi PPAH serta proses pengaplikasian agens hayati yang masih kurang optimal. Maka dari itu, perlu diadakannya penelitian terkait kualitas produk agens hayati di Pamekasan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah adanya berbagai permasalahan yang dialami PPAH mulai dari saat memproduksi agens hayati sampai kegiatan uji mutu produk agens hayati yang dilakukan oleh PPAH di wilayah LPHPTPH Pamekasan yang belum optimal.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kualitas produk agens hayati yang diproduksi oleh PPAH di wilayah LPHPTPH Pamekasan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberi informasi mengenai kualitas agens hayati sebagai dasar pengambilan kebijakan dan meningkatkan pendampingan PPAH dalam kegiatan produksi agens hayati di Pamekasan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1.1 Pengertian Agens Hayati dan Macam-macam Agens Hayati

Agens Hayati adalah mikroorganisme yang terjadi secara alami yang dapat berupa bakteri, cendawan, virus dan protozoa, maupun hasil rekayasa genetic (*genetically modified microorganisms*) yang dapat digunakan untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) (FAO, 1988). Selain mikroorganisme, organisme yang ukurannya lebih besar dan dapat berkembang biak sendiri seperti predator, parasitoid, parasit, artropoda dan patogen juga termasuk agens hayati FAO (1997).

#### Macam-macam Agens Hayati

**Predator** merupakan serangga yang memperoleh makanannya dengan cara memangsa serangga lain (Sukirno, 2017). Contoh serangga yang dikenal sebagai serangga predator diantaranya: *Lycosa* sp., dengan mangsa *Aphid* sp., dan kutu daun (Stemhause, 1963), *Menochillus sexmaculatus* dengan mangsa *Aphid* sp., kutu daun dan kutu kebul (Natawigena, 1990), dan *Stagmomantis carolina* dengan mangsa *Aphid* sp., dan kutu kebul (Subyakto, 2000).

**Parasitoid** merupakan serangga yang sebagian siklus hidupnya (bergantung pada inang) atau memparasitasi serangga yang lain untuk dapat tumbuh dan berkembang biak hingga stadium tertentu (Sukirno, 2017). Contoh serangga yang dikenal sebagai serangga parasitoid salah satunya ialah *Trichogramma* sp., dengan mangsa telur, serangga dan ngengat (Subyakto, 2000).

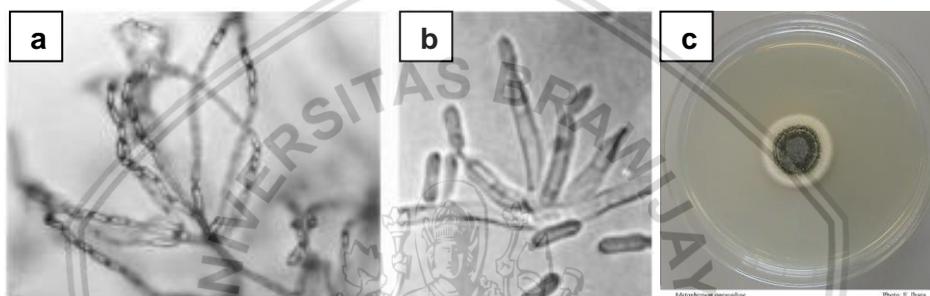
**Patogen** merupakan mikroorganisme yang mampu menyebabkan infeksi pada inangnya yang biasanya menyerang OPT. Jenis agens hayati patogen terbagi menjadi dua jenis yaitu mikroorganisme sebagai patogen serangga dan sebagai agens antagonis penyakit tanaman (Subyakto, 2000). Salah satu contoh patogen serangga yaitu *Beuveria bassiana* dengan contoh mangsa belalang dan tawon (Natawigena, 1990), dan salah satu contoh patogen agens antagonis penyakit tanaman *Tricoderma* sp. dengan contoh mangsa jamur dan penyakit akar putih (Natawigena, 1990).

#### Patogen Serangga

Patogen serangga atau Entomopatogen merupakan mikroorganisme yang bermanfaat untuk menekan dan menyebabkan kematian pada serangga jenis hama (Subyakto, 2000). Berikut dua contoh entomopatogen yang mampu mengendalikan serangga hama, diantaranya;

### 1. *Metarhizium anisopliae*

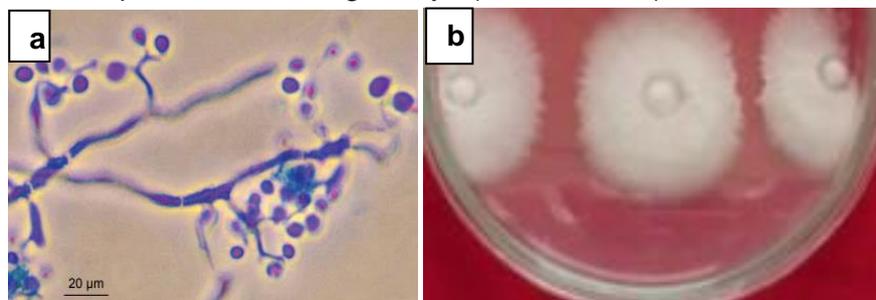
Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *Metarhizium anisopliae* efektif dalam mengendalikan populasi serangga dari ordo Lepidoptera. Contoh pada larva *Spodoptera litura* yang dapat diinfeksi spora jamur dengan konsentrasi  $10^4$  spora/ml hingga  $10^8$  spora/ml, dimana dapat menyebabkan kematian larva *Spodoptera litura* hingga mencapai 83% pada hari ke 12 setelah infeksi spora jamur, ciri konidia yaitu berwarna kehijauan pada tengah dan putih pada tepi (Prayogo dan Tengkan, 2004). *Metarhizium anisopliae* memiliki hialin dan konidianya berbentuk silindris, memiliki konidiofor tunggal atau bercabang dan fialid terletak di cabang konidiofor (Watanabe, 2002).



Gambar 1. Kenampakan Mikroskopis dan Makroskopis *Metarhizium anisopliae*; a) Konidiofor, b) Fialid dan Konidia, c) Kenampakan secara Makroskopis (Watanabe, 2002; Prayogo dan Tengkan, 2004)

### 2. *Beuveria bassiana*

*Beuveria bassiana* merupakan jamur/cendawan yang dikenal sebagai entomopatogen yang memiliki tubuh berbentuk benang-benang halus (hifa) yang akan membentuk koloni yang disebut miselia. Jamur ini tidak dapat memproduksi makanannya sendiri, sehingga bersifat parasit terhadap serangga inangnya. Mekanisme memparasit inangnya yaitu dengan cara spora *B. bassiana* masuk ke dalam tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya (Ikawati, 2016).



Gambar 2. a) Kenampakan Mikroskopis *B. bassiana* (Ghikas *et al.*, 2010), b) Kenampakan Makroskopis *B. bassiana* (Herlinda *et al.*, 2012).

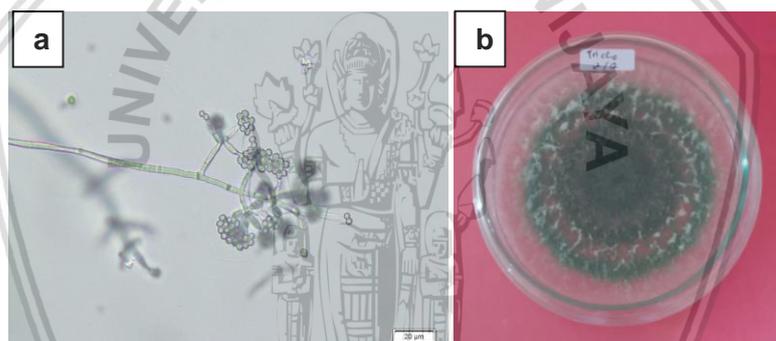
### Agens Antagonis Penyakit Tanaman

Agens Antagonis merupakan jasad renik yang mengintervensi aktivitas patogen penyebab penyakit tumbuhan baik fase prasitik maupun fase saprofitiknya (Marianah, 2017). Berikut tiga contoh mikroorganisme yang berperan sebagai agens antagonis penyakit tanaman, diantaranya;

#### 1. *Trichoderma harzianum*

Sifat antagonis jamur *Trichoderma harzianum* mampu menekan serangan penyakit layu yang menyerang di persemaian, dan jamur ini merupakan jamur saprofit yang dapat hidup di dalam tanah, seresah dan kayu mati (Suwahyono dan Wahyudi, 2005).

Pada kenampakan Makroskopis, tampak jamur *Trichoderma harzianum* berwarna hijau. Sedangkan untuk mikroskopisnya, jamur ini memiliki konidiofor hialin, tegak dan bercabang, konidia berbentuk bulat mirip oval (Watanabe, 2002).

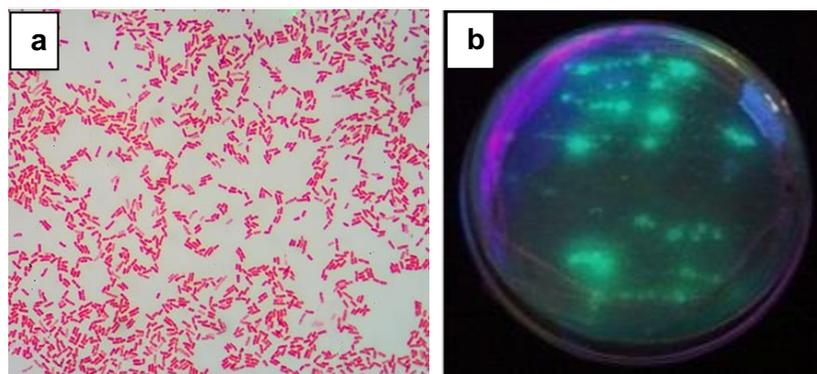


Gambar 3. a) Kenampakan Mikroskopis *Trichoderma harzianum*, b) Kenampakan Makroskopis *Trichoderma harzianum* (Dokumentasi Pribadi).

#### 2. *Pseudomonas fluorescens*

Merupakan jenis bakteri yang mampu menekan beberapa jenis mikroba patogen penyebab penyakit tanaman. Banyak hasil penelitian yang menunjukkan peran bakteri ini sebagai penghambat patogen dan efektif sebagai agens pengendali penyakit tanaman (Graham dan Mitchel, 1998). Bakteri jenis ini merupakan penghuni tanah yang terdapat di sekitar perakaran atau rizosfer (Whipps, 2001).

Ciri-ciri *P. fluorescens* yaitu mampu berpendar ketika ditanam di media selektif King's B dengan bantuan sinar UV. Koloni bakteri jenis ini yaitu berwarna kuning kehijauan, dengan elevasi cembung, dan tepi beraturan. Sedangkan secara mikroskopis bakteri jenis batang (Soesanto *et al.*, 2011).



Gambar 4. a) Kenampakan Mikroskopis *Pseudomonas fluorescens* (Hasil Pewarnaan Gram), b) Kenampakan Makroskopis *Pseudomonas fluorescens* (Koloni dibawah Sinar UV) (Mihardjo dan Majid, 2008).

### 3. *Paenibacillus polymyxa*

Aplikasi *Paenibacillus polymyxa* dapat mendukung pertumbuhan tanaman karena bakteri ini dapat memproduksi hormon pemacu pertumbuhan tanaman (IAA), auksin, dan sitokinin serta dapat memfiksasi nitrogen (Siregar *et al.*, 2007). Bakteri jenis ini termasuk bakteri gram positif yang mampu membentuk endospora (Wang *et al.*, 2010).



Gambar 5. a) Kenampakan Makroskopis Bakteri *Paenibacillus polymyxa* pada Media NA, b) Bentuk Koloni *Paenibacillus polymyxa* (Kim *et al.*, 2016)

## 1.2 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Agens Hayati

Pengendalian menggunakan agens hayati memiliki kelebihan dan kekurangan dalam pengaplikasiannya. Kelebihan dalam penggunaan agens hayati menurut Wagiman (2014), diantaranya: Tingkat keberhasilan pengendalian hama yang tinggi dengan biaya yang rendah dalam periode waktu yang lama; Agens hayati berperan aktif dalam mencari inang atau mangsanya, tumbuh dan berkembang mengikuti dinamika populasi inang atau mangsanya; Pengendalian hayati tidak berpengaruh negatif terhadap manusia dan

lingkungan; Beberapa tipe agens hayati dapat digunakan sebagai insektisida hayati; dan pada umumnya serangga jenis hama tidak mampu berkembang menjadi resisten terhadap agens hayati.

Sedangkan kekurangan penggunaan agens hayati menurut Marianah (2017), diantaranya: Bekerja secara lambat. Kondisi ini yang seringkali membuat petani tidak sabar dan beralih kembali ke pestisida kimiawi; Sulit diprediksi hasilnya. Perkembangbiakan agens hayati tergantung dari ekosistem. Jika kondisinya mendukung maka pertumbuhan dan perkembangbiakan agens hayati akan optimal; Lebih optimal jika digunakan untuk preventif (pencegahan), karena membutuhkan waktu yang tidak sedikit. Kurang cocok untuk kuratif (penyembuhan penyakit), terutama saat terjadi peledakan hama; Terdapat jenis agens hayati tertentu yang sulit dikembangkan secara massal.

### **2.3 Kualitas dan Uji Mutu Agens Hayati**

kualitas dan uji mutu agens hayati dilakukan untuk mengetahui seberapa optimal pelaksanaan produksi agens hayati, yang dilakukan dengan cara pemantauan langsung terkait produksi, perbanyakan, penyimpanan, pengemasan dan pengujian mutu agens hayati (Syahnen *et al.*, 2014)

Berikut merupakan indikator penting yang harus diperhatikan dalam kegiatan kualitas dan uji mutu agens hayati, diantaranya:

#### **Pengujian Viabilitas**

Merupakan kemampuan atau daya kecambah spora agens hayati, dan Pengujian ini ditujukan untuk mendapatkan informasi terkait kemampuan spora atau konidia bertahan hidup hingga beberapa bulan penyimpanan (Maniscalco *et al.*, 2009). Agens hayati dinilai baik apabila viabilitasnya 95% (Marianah, 2017).

#### **Pengukuran dan Perhitungan Kerapatan**

Merupakan kegiatan menghitung kerapatan jumlah konidia pada jamur dan koloni pada bakteri. Kerapatan dari konidia jamur dipengaruhi oleh viabilitas, dimana semakin baik viabilitas yang didapat maka kerapatan konidia yang didapat akan semakin bagus (Khoiroh *et al.*, 2014).

## 2.4 Lembaga yang Berperan dalam Pelaksanaan Produksi Agens Hayati

Berikut Lembaga yang berperan dalam pelaksanaan produksi agens hayati, yaitu:

### **BPTPH (Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura)**

Merupakan sebuah Lembaga pemerintahan tingkat Provinsi. Komponen kegiatan lembaga ini diantaranya melakukan koordinasi, pembinaan, bimbingan tingkat lapang, supervisi, fasilitasi sarana prasarana dukungan pelaksanaan operasional pengendalian OPT yang berupa peralatan dan komponen bahan pendukung perbanyak bahan pengendalian OPT ramah lingkungan berupa pestisida biologi (agens pengendali hayati) di tingkat LPHP/Laboratorium Agens Hayati, Klinik PHT dan Pos Pelayanan Agens Hayati (PPAH), pelaksanaan gerakan pengendalian OPT, penyebarluasan informasi, pengamatan, monitoring dan pelaporan keadaan OPT di tingkat lapang (Susetyo, 2018)

### **LPHP (Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit)**

Merupakan sebuah Lembaga dibawah naungan BPTPH. Komponen kegiatan LPHP yaitu berperan sebagai pusat pengembangan teknologi terapan perlindungan tanaman berbasis pengendalian hama terpadu (PHT). Pengembangan teknologi perlindungan tanaman di tingkat LPHP mencakup kegiatan pengamatan, peramalan, dan pengendalian OPT serta penanganan dampak perubahan iklim (DPI) (Susetyo, 2018).

### **PPAH (Pos Pelayanan Agens Hayati)**

Merupakan sebuah lembaga yang berawal dari program sains petani yaitu kajian atau penelitian agens hayati oleh petani alumni SLPHT di lahan pertanamannya. Anggota PPAH terdiri dari alumni SLPHT yang mempunyai peran dan fungsi sebagai pos pelayanan yang mengusahakan, menyiapkan, memanfaatkan, memperbanyak dan mengembangkan agens hayati dan pestisida nabati sebagai bahan pengendali OPT. Pembinaan PPAH dilakukan oleh UPTD-BPTPH Provinsi dan Dinas Pertanian Kabupaten/Kota melalui LPHP, Bimbingan tersebut dapat dilakukan melalui pelatihan teknis, magang, pertemuan/seminar, studi banding dan kunjungan pembinaan langsung ke kelompok tani PPAH. Materi pembinaan antara lain meliputi cara perbanyak agens hayati, pembuatan pestisida nabati dan pupuk organik, pemeliharaan mutu agens hayati, serta cara aplikasi agens hayati dan pestisida nabati pada pertanaman (Susetyo, 2018).

## 2.5 Uji Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui adanya bakteri patogen manusia yang terdapat di dalam agens hayati. Bakteri patogen manusia yang dimaksudkan adalah *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp.

### ***Escherichia coli***

Merupakan jenis bakteri yang terdapat dalam saluran pencernaan hewan dan manusia karena secara alamiah bakteri ini salah satu penghuni tubuh. Penyebaran *E. coli* dapat terjadi dengan cara kontak langsung (bersentuhan, berjabat tangan dan sebagainya) kemudian diteruskan melalui mulut, akan tetapi *E. coli* pun dapat ditemukan tersebar di alam sekitar kita. Penyebaran secara pasif dapat terjadi melalui makanan atau minuman. Di dalam kehidupan kita *E. coli* mempunyai peranan yang cukup penting yaitu selain sebagai penghuni tubuh (di dalam usus besar) juga *E. coli* menghasilkan kolisin yang dapat melindungi saluran pencernaan dari bakteri patogenik. *E. coli* akan menjadi patogen bila pindah dari habitatnya yang normal. Kebagian lain dalam inang, misalnya bila *E. coli* di dalam usus masuk ke dalam saluran kandung kemih kelamin dapat menyebabkan sistitis, yaitu suatu peradangan pada selaput lendir organ tersebut. Galur-galur tertentu dari *E. coli* mampu menyebabkan gastroenteritis taraf sedang sampai parah pada manusia dan hewan (Melliawati, 2009). Untuk mengetahui adanya bakteri *E. coli* pada agens hayati dapat menggunakan media selektif MacConkey Agar. Dengan ditandai ciri-ciri koloni dan media berwarna merah atau merah muda membuktikan bahwa terkontaminasi bakteri *E. coli* karena adanya produksi asam dari hasil fermentasi laktosa, dengan adanya indikator *neutral red* media (Atmojo, 2016).

### ***Salmonella* sp.**

Merupakan jenis bakteri yang ditemui di kondisi perairan yang tidak sehat, terutama dalam hal daya dukung sanitasi yang kurang memadai. Bakteri jenis ini sangat bahaya bagi kesehatan manusia. *Salmonella* sp. termasuk genus bakteri yang menjadi penyebab utama penyakit bawaan makanan di seluruh Dunia. (WHO, 2017). Untuk mengetahui adanya keberadaan bakteri *Salmonella* sp. yaitu sama dengan bakteri *E. coli* dengan ciri-ciri jika terkontaminasi yaitu media berwarna transparan atau tidak berwarna karena bakteri tidak memfermentasi laktosa menjadi asam (Atmojo, 2016).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengamat Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (LPHPTPH) Kabupaten Pamekasan, empat Pos Pelayanan Agens Hayati (PPAH) di Kabupaten Pamekasan yaitu, PPAH Dharma Dwipa di Dsn. Dharma Desa Pademawu Barat Kecamatan Pademawu, PPAH Shinta Tani di Dsn. Galis Desa Galis Kecamatan Galis, PPAH Mawar di Desa Bukek Kecamatan Tlanakan, PPAH Rukun Tani di Desa Nyalabuh Laok Kecamatan Nyalabuh, Laboratorium Pengendalian Hayati dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian berlangsung dari bulan November 2017 hingga Maret 2018.

#### 3.2 Alat dan Bahan

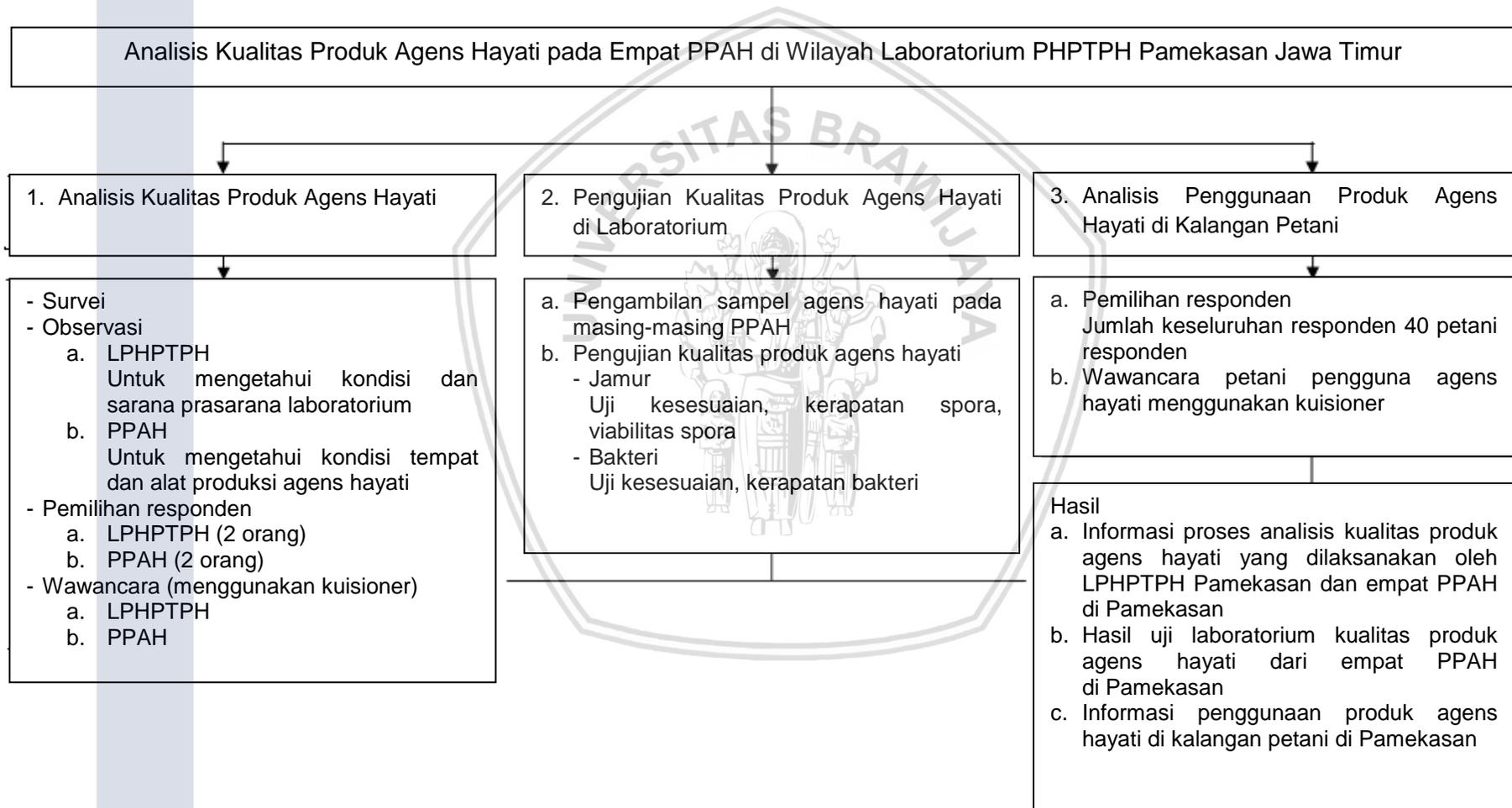
Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu, botol sampel 250 ml, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, botol schott 500 ml, tabung *erlenmeyer* 250 ml, *beaker glass* 250 ml, gelas ukur 100 ml, jarum ose, stick L, bunsen, spatula, autoklaf, micropipet, *object glass*, *cover glass*, *hand counter*, *haemocytometer*, mikroskop, *Laminar air flow cabinet* (LAFC), pipet, lampu UV, timbangan analitik, plastik tahan panas, plastik *wrapping*, *aluminium foil*, tisu, kapas, termohigrometer, kertas label, kompor, panci, *box* plastik, kamera dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu, sampel produk agens hayati ke empat PPAH, alkohol 70%, spirtus, aquades, media PDA, media SDAY, kloramfenikol, media NA instan, media EKG, media King's B, media MacConkey.

#### 3.3 Metode Pelaksanaan

Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian kualitatif, penelitian yang dilakukan dengan cara observasi dan wawancara langsung terhadap responden yang telah ditentukan untuk mendapatkan data deskriptif (Rahmat, 2009), dan juga dilakukan pengujian mutu produk agens hayati di Laboratorium.

### 3.4 Kerangka Operasional Penelitian



### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Prosedur Pengambilan Data

##### a. Survei

Pelaksanaan survei dilakukan di LPHTPH Pamekasan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui secara lengkap informasi terkait PPAH yang menjadi binaan LPHTPH Pamekasan.

##### b. Observasi

Observasi dilakukan di dua tempat yaitu LPHTPH Pamekasan dan empat PPAH di Pamekasan dengan cara pengamatan langsung kondisi sarana dan prasarana LPHTPH Pamekasan dan kondisi tempat dan alat produksi agens hayati dari keempat PPAH di Pamekasan.

##### c. Pemilihan Responden

Pemilihan responden dilakukan dengan menggunakan pendekatan *non-probability sampling*. Responden yang dipilih berdasarkan pertimbangan peneliti dan dilakukan secara sengaja. Responden yang dipilih diantaranya, Ketua LPHTPH Pamekasan dan tim pengendalian bagian teknis di LPHTPH Pamekasan, empat PPAH di Pamekasan yang terdiri dari dua responden yaitu ketua PPAH dan satu pengurus PPAH yang ada di Pamekasan yaitu PPAH Dharma Dwipa, Shinta Tani, Mawar, Rukun Tani serta 40 petani pengguna agens hayati.

##### d. Wawancara

Wawancara dilakukan di dua tempat yaitu LPHTPH Pamekasan dan empat PPAH di Pamekasan dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan yang telah disusun dan dikategorikan dalam bentuk kuisisioner (Lampiran 1 dan 2). Wawancara yang dilakukan di LPHTPH Pamekasan bertujuan untuk mengetahui kualitas yang dilakukan oleh LPHTPH terhadap empat PPAH di Pamekasan terkait produk agens hayati. Sedangkan wawancara yang dilakukan di empat PPAH di Pamekasan bertujuan untuk mengetahui kualitas agens hayati yang dimulai dari produksi, alat dan tempat, serta pendistribusian produk agens hayati dikalangan petani pengguna agens hayati.

### 3.5.2 Pengujian Kualitas Produk Agens Hayati

#### a. Pengambilan Sampel Agens Hayati yang sedang diproduksi PPAH

Pengambilan sampel agens hayati dilakukan dengan cara mengambil sampel produk pada masing-masing PPAH. Pengambilan sampel dalam jumlah produksi yang banyak diambil sebesar 10% dari total produksi secara keseluruhan (Singarimbun dan Effendi, 1985). Sampel diambil dari 10% produk agens hayati yang telah dikemas. Sampel produk agens hayati yang telah diambil dimasukkan kedalam botol plastik putih tidak transparan yang telah disterilisasi dan ditutup rapat agar tidak terkena sinar matahari, kemudian disimpan di ruangan yang lembab dan tertutup, lalu diuji di laboratorium.

#### b. Pengujian Kualitas Produk Agens Hayati di Laboratorium

##### i. Uji Mutu Jamur

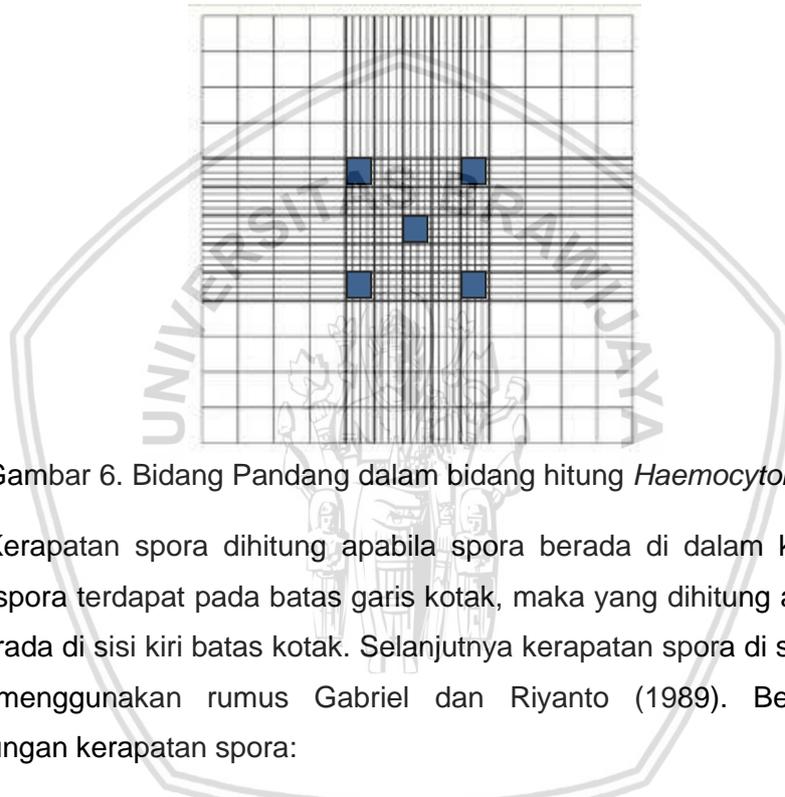
##### a.) Uji Kesesuaian Kandungan Produk Agens Hayati dengan Label pada Kemasan Produk

Uji kesesuaian kandungan produk agens hayati bertujuan untuk memperoleh informasi terkait kesesuaian kandungan produk agens hayati dengan label kemasan produk agens hayati dari empat PPAH di Pamekasan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati kenampakan makroskopis dan mikroskopis mikroorganisme yang terkandung dalam produk agens hayati. Pengamatan kenampakan makroskopis dilakukan dengan cara menumbuhkan sampel agens hayati pada media PDA yang bertujuan untuk mengetahui ciri koloni sedangkan pengamatan mikroskopis dilakukan dengan cara mengamati bentuk spora di bawah mikroskop. Hasil pengamatan ciri koloni dan bentuk spora kemudian dibandingkan dengan buku *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi* (Watanabe, 2002) dan *Illustrated Genera of Imperfect Fungi, Fourth Edition* (Barnett dan Hunter, 1998).

##### b.) Pengujian Kerapatan Spora

Pengujian kerapatan spora dilakukan dengan cara mengamati sampel produk agens hayati dari empat PPAH di bawah mikroskop untuk mengetahui kondisi awal dari kerapatan spora dari produk agens hayati. Apabila kerapatan awal spora terlalu rapat, maka dapat dilakukan pengenceran sesuai dengan kebutuhan yang bertujuan untuk memudahkan proses pengamatan. Tahap awal yang dilakukan dalam pengujian kerapatan spora yaitu menyiapkan *haemocytometer* dan menyiapkan *cover glass* sebagai penutup diatas dua bidang hitung, kemudian sampel produk agens hayati yang akan diuji diambil

sebanyak 100  $\mu$ l menggunakan mikropipet dan diteteskan di dua bidang hitung *haemocytometer* melalui celah kanan dan kiri *cover glass* hingga penuh. Selanjutnya tunggu hingga satu menit agar suspensi sampel produk agens hayati stabil pada dua bidang hitung *haemocytometer* kemudian diamati menggunakan mikroskop *compound* perbesaran 100x untuk mendapatkan bidang hitung pada *haemocytometer*, kemudian menghitung kerapatan spora di bawah mikroskop *compound* dengan perbesaran 400x pada lima bidang pandang dalam dua bidang hitung (Gambar 6).



Gambar 6. Bidang Pandang dalam bidang hitung *Haemocytometer*

Kerapatan spora dihitung apabila spora berada di dalam kotak hitung, apabila spora terdapat pada batas garis kotak, maka yang dihitung adalah spora yang berada di sisi kiri batas kotak. Selanjutnya kerapatan spora di setiap bidang hitung menggunakan rumus Gabriel dan Riyanto (1989). Berikut rumus penghitungan kerapatan spora:

$$C = \frac{t \times d}{(n \times 0,25)} \times 10^6$$

Keterangan:

- C : Jumlah spora per ml larutan
- t : Jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati
- d : Faktor pengenceran jika dilakukan pengenceran
- n : Jumlah kotak yang dihitung (5 kotak besar x 16 kotak kecil)
- 0,25 : Faktor Koreksi pada *Haemocytometer*

### c.) Pengujian Viabilitas Spora

Pengujian Viabilitas Spora dilakukan dengan cara terlebih dahulu mengamati sampel agens hayati dibawah mikroskop, hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sampel agens hayati yang diamati terlalu banyak atau tidak, karena apabila terlalu banyak akan mempersulit proses pengamatan. Maka dari itu perlu dilakukannya pengenceran yang disesuaikan dengan kebutuhan. Selanjutnya dalam proses pengujian viabilitas spora ini menggunakan media EKD sebagai media pengujian, selanjutnya setelah media sudah siap kemudian ambil satu tetes media EKD menggunakan micropipet di atas *object glass* kemudian teteskan suspensi sampel sebanyak 100 $\mu$  diatasnya lalu ditutup dengan menggunakan *cover glass*. Pada perlakuan ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Selanjutnya siapkan *box* plastik yang didalamnya berisikan tisu steril kemudian semprot dengan menggunakan aquades steril dan setelah itu diletakkan termohigrometer di daam *box* yang bertujuan untuk mengatur suhu dan kelembaban di dalam *box*. Suhu yang digunakan selama masa inkubasi yaitu 25-26°C dan kelembaban yaitu 89-90%. Proses inkubasi dilakukan selama 2x24 jam.

Setelah dilakukan masa inkubasi selanjutnya diambil preparat kemudian amati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x, hal ini bertujuan untuk mengamati jumlah spora yang sudah berkecambah dan tidak berkecambah. Hasil dari pengamatan kemudian dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan presentase spora yang berkecambah menurut Laengle *et al.* (2004).

$$V = \frac{a}{(a + b)} \times 100\%$$

Keterangan:

- V : Presentase perkecambahan spora
- a : Jumlah spora yang berkecambah
- b : Jumlah spora yang tidak berkecambah

Setelah selesai proses pengamatan dan perhitungan, kemudian menghitung rata-rata dari ketiga preparat yang sudah dihitung jumlah spora yang berkecambah dan tidak berkecambah.

## ii. Uji Mutu Bakteri

### a.) Uji Kesesuaian Kandungan Produk Agens Hayati dengan Label pada Kemasan Produk

Uji kesesuaian kandungan produk agens hayati bakteri bertujuan untuk memperoleh informasi terkait kesesuaian kandungan produk agens hayati bakteri dengan label kemasan produk agens hayati dari empat PPAH di Pamekasan. Pengujian kesesuaian kandungan produk agens hayati bakteri dilakukan dengan cara mengidentifikasi bakteri sampai tingkat genus.

#### 1. Pertumbuhan Pada Media Selektif

Pertumbuhan pada media selektif dilakukan untuk memastikan jenis bakteri yang terdapat pada tiga PPAH di Pamekasan. Media selektif yang digunakan yaitu media King's B untuk bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan untuk bakteri *Paenibacillus polymyxa* menggunakan media NA. Sebelum dilakukannya penanaman sampel bakteri pada media selektif, terlebih dahulu dilakukan proses pengenceran hingga  $10^{-7}$  kemudian bakteri ditanam menggunakan cara *spread plate*, setelah itu kemudian diinkubasi selama 2x24 jam. Ketika bakteri telah tumbuh di media selektif, kemudian dilakukan proses purifikasi dan ditanam pada media NA, setelah itu diinkubasi kembali selama 1x24 jam.

#### 2. Uji Fluorescens

Uji ini dilakukan khusus untuk bakteri yang ditumbuhkan pada media selektif King's B. Bakteri yang tumbuh pada media selektif ini di purifikasi dan kemudian diinkubasi selama 1x24 jam. Selanjutnya dilakukan pengujian dibawah sinar UV yang bertujuan untuk mengetahui bakteri yang diuji berpendar atau tidak berpendar, karena apabila bakteri tersebut berpendar maka bakteri tersebut sesuai yaitu bakteri *Pseudomonas fluorescens*.

Pengujian selanjutnya yaitu memastikan jenis bakteri *Paenibacillus polymyxa* yang telah di purifikasi dan ditanam di media NA. Berikut langkah-langkah pengujian identifikasi bakteri menurut Schaad *et al.* (2001).

#### 1. Uji Gram

##### a. Uji KOH

Isolat bakteri yang telah diinkubasi pada media NA selama 1x24 jam diambil 1 ose atau secukupnya kemudian diletakkan diatas *object glass* dan ditambahkan KOH 3% sebanyak 2 tetes. Selanjutnya aduk searah jarum jam hingga rata menggunakan jarum ose sampai berkali kali kemudian diangkat

diaduk kembali hingga seterusnya sampai terasa ketika ditarik keatas merasa lengket dan berlendir berarti termasuk bakteri gram negatif, namun apabila ketika diangkat tidak lengket dan tidak berlendir maka termasuk bakteri gram positif.

#### b. Pewarnaan Gram

Isolat bakteri yang telah diinkubasi pada media NA selama 1x24 jam selanjutnya diambil sebanyak 1 ose atau secukupnya kemudian diletakkan diatas *object glass* dan ditetesi aquades hingga rata dan homogen, proses ini dilakukan diatas bunsen yang sedang menyala. Tujuannya adalah agar isolat yang sudah diletakkan di atas *object glass* dapat mengering. Selanjutnya tetesi *object glass* dengan kristal violet 5% sebanyak 2 tetes kemudian didiamkan selama 1 menit. Cuci *object glass* dengan menggunakan air mengalir. Setelah itu *object glass* yang telah dicuci ditetesi iodine sebanyak 1-2 tetes kemudian didiamkan kembali selama 1 menit. Selanjutnya *object glass* dicuci kembali menggunakan air mengalir diamkan dan dikeringkan diatas bunsen menyala. Selanjutnya semprotkan alkohol 70% tepat pada *object glass*, kemudian dicuci kembali dengan menggunakan air mengalir dan dikeringkan diatas bunsen kembali. Setelah itu tetesi safranin sebanyak 1 tetes lalu diamkan selama 1 menit, setelah 1 menit *object glass* kemudian dicuci menggunakan air mengalir kemudian didiamkan diatas bunsen yang sedang menyala. Langkah selanjutnya *object glass* diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x. Bakteri berwarna merah termasuk bakteri gram negatif, sedangkan apabila bakteri berwarna ungu termasuk bakteri gram positif.

#### 2. Pewarnaan Spora

Pewarnaan spora dilakukan dengan cara mengambil Isolat bakteri yang telah diinkubasi pada media NA selama 1x24 jam diambil 1 ose atau secukupnya kemudian diletakkan diatas *object glass* dan ditambahkan aquades. Kemudian letakkan *object glass* di atas bunsen yang sedang menyala kemudian tetesi *malachite green* sebanyak 2 tetes dan diamkan selama 15 menit. Setelah itu cuci *object glass* dengan menggunakan air mengalir lalu diamkan di atas bunsen selanjutnya tetesi safranin sebanyak 2 tetes dan diamkan selama 1 menit, *object glass* dicuci kembali pada air mengalir kemudian didiamkan. Setelah itu amati *object glass* di bawah mikroskop perbesaran 1000x dan ditambahkan minyak emersi. Spora berwarna hijau membuktikan bahwa bakteri tersebut mampu membentuk spora.

## b.) Pengujian Kerapatan Bakteri dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri

Perhitungan kerapatan bakteri dilakukan dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Langkah-langkahnya sebagai berikut:

### 1. Pengenceran

Bakteri yang akan dihitung kerapatannya terlebih dahulu dilakukan pengenceran hingga  $10^{-9}$ . Tahapan pengenceran dibutuhkan 9 tabung reaksi yang kemudian diisi dengan 9 ml aquades steril dan dihomogenkan. Setelah itu ambil 1 ml bakteri yang akan diencerkan menggunakan pipet, kemudian letakkan 1 ml bakteri tersebut pada tabung reaksi pertama, tabung reaksi pertama merupakan pengenceran  $10^{-1}$ , kemudian ambil 1 ml sampel pada tabung reaksi pertama dan letakkan pada tabung reaksi kedua. Tabung reaksi kedua ini merupakan pengenceran  $10^{-2}$ . proses tersebut dilakukan hingga pengenceran  $10^{-9}$ .

### 2. Teknik Inokulasi Bakteri Menggunakan Metode *Spread Plate*

Apabila telah didapatkan hasil dari pengenceran  $10^{-1}$ - $10^{-9}$ , kemudian dilakukan inokulasi bakteri pada pengenceran  $10^{-5}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-9}$  dengan menggunakan metode *spread plate*. Metode *spread plate* dilakukan dengan cara mengambil sampel sebanyak  $50\mu$  dengan menggunakan micropipet dan selanjutnya ditanam pada media NA dan diinkubasi selama 24 jam. Kemudian dihitung hasil yang menunjukkan pada pengenceran manakah jumlah koloni 30-300 koloni.

### 3. Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri

Perhitungan jumlah koloni bakteri dilakukan dengan cara memilih pengenceran yang memiliki jumlah koloni 30-300 koloni. Jumlah koloni bakteri dinyatakan dengan satuan cfu/ml. Berikut perhitungan jumlah koloni bakteri menurut Chouhan (2015):

$$\text{Jumlah Koloni (cfu/ml)} = \frac{\text{Jumlah Koloni} \times \text{Faktor Pengenceran}}{\text{Volume Sampel}}$$

### 4. Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri

Pengamatan morfologi koloni bakteri dilakukan dengan cara melihat bentuk, warna, tepian dan elevasi koloni bakteri yang dapat dilihat langsung secara visual atau dilihat di bawah mikroskop.

### 3.5.3 Identifikasi Kontaminasi Produk Agens Hayati dengan *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp.

Identifikasi kontaminasi produk agens hayati dengan *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. yaitu dengan menggunakan media MacConkey yang dapat digunakan untuk agens hayati jamur dan bakteri. Langkahnya adalah *plating* Media MacConkey di cawan petri diamkan 1x24 jam kemudian tumbuhkan produk di atas media kemudian di oven selama 1x24 jam dengan suhu 37°C lalu didiamkan 1x24 jam kemudian diamati. Ciri-ciri produk agens hayati terkontaminasi bakteri *E. coli* yaitu koloni dan media berwarna merah atau merah muda karena adanya produksi asam dari hasil fermentasi laktosa, dengan adanya indikator *neutral red* media. Sedangkan untuk mengetahui adanya kontaminasi bakteri *Salmonella* sp. yaitu media berwarna transparan atau tidak berwarna karena bakteri tidak memfermentasi laktosa menjadi asam (Atmojo, 2016).

### 3.5.4 Analisis Penggunaan Produk Agens Hayati di Kalangan Petani

Analisis penggunaan produk agens hayati di kalangan petani dilakukan dengan cara wawancara langsung kepada petani pengguna agens hayati. Wawancara dilakukan dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan yang telah disusun dan dikategorikan dalam bentuk kuisisioner (Lampiran 3). Pemilihan responden petani pengguna agens hayati yang dipilih menggunakan metode sampling bola salju. Total responden sebanyak 40 petani pengguna agens hayati dari keempat PPAH.

## 3.6 Analisis Data

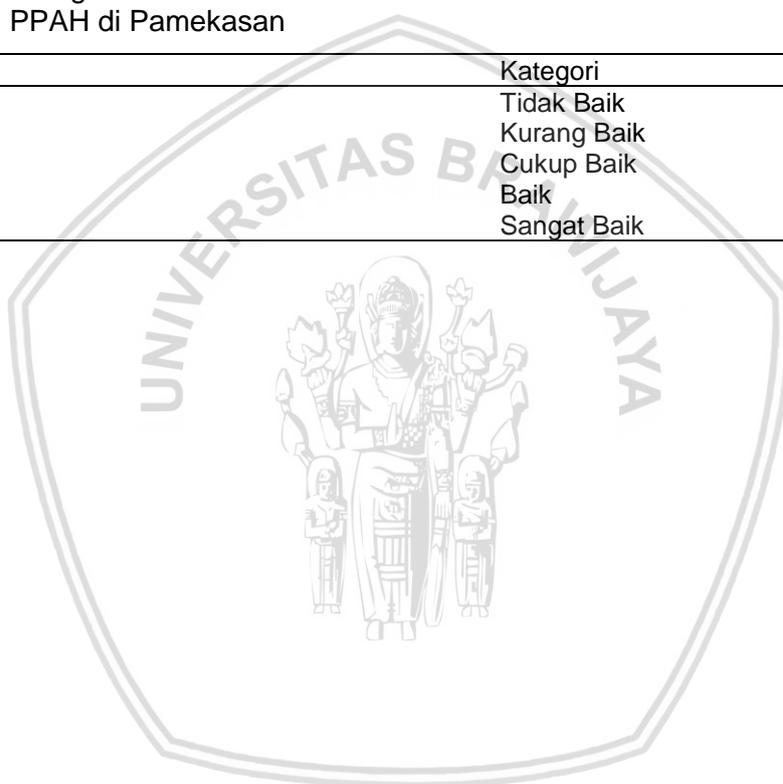
Data observasi, wawancara dan pengujian kualitas produk agens hayati di laboratorium yang diperoleh kemudian dianalisis secara analisis deskriptif. Analisis deskriptif merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk menjelaskan suatu data agar bisa disajikan dengan mudah dan dapat dibaca secara lengkap (Saeffudin *et al.*, 2009).

Data hasil observasi dan wawancara yang dilakukan kepada LPHPTPH dan keempat PPAH di Pamekasan kemudian dilakukan penilaian sesuai dengan berbagai indikator yang telah dibuat. Nilai yang didapat kemudian dijumlahkan dan dirata-rata, dari nilai hasil rata-rata tersebut itulah yang akan dikategorikan dalam beberapa kategori. Kategori penilaian hasil observasi dan wawancara di LPHPTPH dan PPAH di Pamekasan (Tabel 1). Indikator dan kriteria penilaian

LPHTPH dan PPAH di Pamekasan memiliki beberapa aspek penilaian diantaranya yaitu aspek pemanfaatan dan sarana prasarana laboratorium (Tabel 2), pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH disajikan pada (Tabel 3), penyediaan isolat (Tabel 4), pelayanan uji mutu agens hayati (Tabel 5), kondisi tempat produksi agens hayati (Tabel 6), kondisi alat produksi agens hayati (Tabel 7), proses produksi agens hayati (Tabel 8), kualitas agens hayati (Tabel 9), Sedangkan untuk data hasil wawancara 40 petani pengguna agens hayati di Pamekasan dihitung dalam bentuk presentase.

Tabel 1. Kategori Penilaian Hasil Observasi dan Wawancara di LPHTPH dan PPAH di Pamekasan

Nilai	Kategori
0-20	Tidak Baik
21-40	Kurang Baik
41-60	Cukup Baik
61-80	Baik
81-100	Sangat Baik



Tabel 2. Indikator dan Kriteria Penilaian LPHTPH untuk Pemanfaatan dan Sarana Prasarana Laboratorium

Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian	Nilai
Pemanfaatan laboratorium	1 Tidak pernah dimanfaatkan	20
	2 Uji mutu agens hayati	40
	3 Uji mutu agens hayati, penyediaan isolate	60
	4 Uji mutu agens hayati, penyediaan isolat, identifikasi hama dan penyakit	80
	5 Uji mutu agens hayati, penyediaan isolat, identifikasi hama dan penyakit, studi	100
Kelengkapan alat laboratorium	1 Bunsen, jarum ose, pipet, cawan Petri, tabung reaksi	20
	2 LAFC, bunsen, jarum ose, pipet, cawan Petri, tabung reaksi	40
	3 LAFC, mikroskop, <i>haemocytometer</i> , bunsen, jarum ose, pipet, cawan Petri, tabung reaksi	60
	4 Lemari pendingin, LAFC, mikroskop, <i>haemocytometer</i> , bunsen, jarum ose, pipet, cawan Petri, tabung reaksi	80
	5 Lemari pendingin, LAFC, mikroskop, <i>haemocytometer</i> , bunsen, jarum ose, mikropipet, cawan Petri, tabung reaksi	100
Ada tidaknya alur pelaksanaan uji mutu agens hayati	1 Alur pelaksanaan dalam bentuk lisan	20
	2 Alur pelaksanaan tertulis tetapi tidak dijalankan	40
	3 Alur pelaksanaan tertulis, hanya sebagian poin dari alur pelaksanaan yang dijalankan dan tidak rutin	60
	4 Alur pelaksanaan, hanya sebagian poin dari alur pelaksanaan yang dijalankan dan rutin	80
	5 Alur pelaksanaan tertulis dan semua poin dari alur pelaksanaan dijalankan	100

Tabel 3. Indikator dan Kriteria Penilaian LPHTPH untuk Pengembangan Agens Hayati dan Pemberdayaan PPAH

Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian	Nilai
Program pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH	1 Tidak ada karena bukan merupakan tugas dari LPHTPH namun juga tidak diprogramkan	20
	2 Tidak ada karena bukan merupakan tugas dari LPHTPH namun diprogramkan saja dan tidak dijalankan	40
	3 Tidak ada karena bukan merupakan tugas dari LPHTPH namun diprogramkan dan dijalankan	60
	4 Ada karena merupakan tugas dari LPHTPH sehingga pembinaan untuk PPAH diprogramkan dan dijalankan secara tidak rutin	80
	5 Ada karena merupakan tugas dari LPHTPH sehingga pembinaan untuk PPAH diprogramkan dan dijalankan secara rutin	100
Bentuk kegiatan pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH	1 Tidak ada karena hanya sebuah program yang tidak dijalankan	20
	2 Pelatihan untuk PPAH dan di dalamnya terkadang terdapat praktek langsung	40
	3 Pelatihan untuk PPAH dan di dalamnya selalu terdapat kegiatan praktek langsung	60

Lanjutan Tabel 3

	4	Pelatihan untuk PPAH dan di dalamnya terdapat kegiatan praktek langsung serta terkadang diadakan pendampingan kegiatan produksi agens hayati di PPAH	80
	5	Pelatihan untuk PPAH dan di dalamnya terdapat kegiatan praktek langsung serta selalu diadakan pendampingan kegiatan produksi agens hayati di PPAH	100
Jadwal pelaksanaan kegiatan	1	Tidak ada jadwal khusus	20
	2	Ada jadwal namun tidak dijalankan	40
	3	Pelaksanaan dijadwalkan secara rutin namun sekarang tidak bisa berjalan secara rutin	60
	4	Pelaksanaan dijadwalkan secara rutin dan berjalan secara rutin sampai saat ini (dalam 1 tahun 2 kali pelaksanaan)	80
	5	Pelaksanaan dijadwalkan secara rutin dan berjalan secara rutin sampai saat ini (dalam 1 tahun >2 kali pelaksanaan)	100
Materi yang disampaikan dalam kegiatan pelatihan	1	Tidak ada materi khusus yang disampaikan pada setiap kegiatan pelatihan	20
	2	Pengenalan tentang agens hayati	40
	3	Pengenalan tentang agens hayati, cara produksi agens hayati	60
	4	Pengenalan tentang agens hayati, cara produksi agens hayati dan cara aplikasi agens hayati dan pemberian informasi jenis agens hayati baru	80
	5	Pengenalan tentang agens hayati, cara produksi agens hayati, cara aplikasi agens hayati dan pemberian informasi jenis agens hayati baru serta diskusi masalah di lapang	100

Tabel 4. Indikator dan Kriteria Penilaian LPHTPH untuk Penyediaan Isolat

Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian	Nilai	
Ketersediaan isolat	1	Tidak menyediakan	20
	2	Menyediakan hanya 1 jenis (jamur saja atau bakteri saja) tetapi terkadang tidak tersedia	40
	3	Menyediakan hanya 1 jenis (jamur saja atau bakteri saja) dan selalu tersedia	60
	4	Menyediakan isolat jamur dan bakteri tetapi terkadang tidak tersedia	80
	5	Menyediakan isolat jamur dan bakteri dan selalu tersedia	100
Peremajaan isolat	1	Tidak pernah dilakukan	20
	2	Pernah melakukan berdasarkan keterangan saat wawancara	40
	3	Melakukan tetapi tidak rutin	60
	4	Melakukan rutin (setahun sekali)	80
	5	Melakukan rutin (setahun>1 kali)	100
Penyimpanan Isolat	1	Tidak melakukan penyimpanan isolat karena tidak punya stok isolate	20
	2	Jika ada stok isolat disimpan pada suhu ruang tanpa wadah	40

Lanjutan Tabel 4

	3	Jika ada stok isolat disimpan pada suhu ruang dalam wadah tertentu	60
	4	Jika ada stok isolat disimpan di lemari pendingin	80
	5	Selalu ada stok isolat dan disimpan di lemari pendingin	100
Umur Isolat saat diberikan ke PPAH a. Paling lama	1	>1 tahun	20
	2	7-12 bulan	40
	3	1-4 bulan	60
	4	1-3 bulan	80
	5	1-4 minggu	100
b. Paling baru	1	>1 tahun	20
	2	7-12 bulan	40
	3	1-4 bulan	60
	4	1-3 bulan	80
	5	1-4 minggu	100
Kemurnian isolat	1	Tidak memiliki isolat murni	20
	2	Hanya memiliki 1 jenis isolat murni jamur atau bakteri saja	40
	3	Memiliki 2 isolat murni jamur dan bakteri, tetapi ada isolat dalam bentuk campuran	60
	4	Memiliki 2 isolat murni jamur dan bakteri tetapi tidak rutin melakukan identifikasi untuk mengetahui kemurnian isolat	80
	5	Memiliki 2 isolat murni jamur dan bakteri serta rutin melakukan identifikasi untuk mengetahui kemurnian isolat	100

Tabel 5. Indikator dan Kriteria Penilaian LPHTPH untuk Pelayanan Uji Mutu Agens Hayati

Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian	Nilai	
Memiliki SOP uji mutu agens hayati	1	SOP dalam bentuk lisan	20
	2	SOP tertulis tetapi tidak dijalankan	40
	3	SOP tertulis, hanya sebagian poin SOP yang dijalankan dan tidak rutin	60
	4	SOP tertulis, hanya sebagian poin SOP yang dijalankan dan rutin	80
	5	SOP tertulis dan semua poin SOP dijalankan dengan rutin	100
Jenis pengujian mutu agens hayati	1	Tidak melakukan pengujian	20
	2	Pengujian kerapatan pada produk jamur saja	40
	3	Pengujian kerapatan pada produk bakteri dan jamur	60
	4	Pengujian kerapatan pada produk bakteri dan jamur serta uji viabilitas pada produk jamur dan bakteri	80
	5	Pengujian kerapatan pada produk bakteri dan jamur. uji viabilitas pada produk jamur dan disertai uji kesesuaian produk	100
Hasil uji mutu yang diberikan ke PPAH	1	Tidak memberikan hasil uji ke PPAH	20
	2	Hasil diberikan melalui media komunikasi	40
	3	Surat pernyataan yang tidak resmi tanpa disertai hasil pengujian	60

Lanjutan Tabel 5

	4	Surat pernyataan yang tidak resmi dengan disertai hasil pengujian	80
	5	Surat pernyataan resmi yang ditandatangani ketua laboratorium dengan disertai hasil pengujian	100
Penyimpanan arsip hasil pengujian mutu yang dilakukan PPAH	1	Tidak menyimpan arsip	20
	2	Menyimpan namun tidak menunjukkan bukti fisik saat survei dilakukan	40
	3	Pernah menyimpan tapi di dulu dengan disertai bukti fisik	60
	4	Hasil pengujian yang dilakukan PPAH baru disimpan akhir-akhir ini dengan disertai bukti fisik	80
	5	Hasil pengujian yang dilakukan PPAH selalu disimpan dari LPHPTPH melakukan pengujian pertama dengan disertai bukti fisik	100

Tabel 6. Indikator dan Kriteria Penilaian PPAH untuk Kondisi Tempat Produksi Agens Hayati

Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian	Nilai	
Tempat produksi	1	Tidak ada tempat khusus untuk melakukan produksi	20
	2	Disediakan tempat produksi namun bergabung dengan ruangan lain tanpa sekat	40
	3	Disediakan tempat yang bergabung dengan ruangan lain namun terdapat sekat	60
	4	Disediakan ruangan khusus hanya untuk produksidan setiap orang boleh masuk	80
	5	Disediakan ruangan khusus hanya untuk produksi dan hanya petugas perbanyakan yang boleh masuk	100
Ada tidaknya ventilasi	1	Ada ventilasi dengan ukuran lebar	20
	2	Ada ventilasi dengan ukuran yang kecil	40
	3	Tidak ada ventilasi	60
	4	Tidak ada ventilasi dan dilengkapi dengan <i>blower</i>	80
	5	Tidak ada ventilasi dan dilengkapi dengan pendingin ruangan	100
Pembagian ruang pada tempat produksi	1	Hanya ada 1 ruangan yang dimanfaatkan sebagai tempat produksi (mulai dari penyimpanan bahan baku dan alat, pembuatan media, perbanyakan, pengemasan dan penyimpanan produk) tanpa ada sekat	20
	2	Hanya ruang perbanyakan yang dipisah sedangkan ruangan lain masih bergabung	40
	3	Ruang perbanyakan dipisah sedangkan ruang pembuatan media atau penyimpanan produk masih bergabung dengan ruangan lain	60
	4	Ruang perbanyakan, pembuatan media dan penyimpanan produk dipisah sedangkan ruangan lain bergabung	80
	5	Semua memiliki ruangan tersendiri tanpa ada yang digabung	100
Ada tidaknya jadwal piket	1	Tidak ada jadwal piket dan tidak membersihkan tempat setelah selesai produksi	20
	2	Tidak ada jadwal piket namun membersihkan tempat setelah selesai produksi	40



Lanjutan Tabel 6

	3	Ada jadwal piket namun hanya dijalankan setiap selesai produksi	60
	4	Ada jadwal piket yang dijalankan secara tidak rutin serta membersihkan tempat setelah selesai produksi	80
	5	Ada jadwal piket yang dijalankan dengan rutin membersihkan tempat setelah selesai produksi	100
Ada tidaknya toilet atau tempat cuci tangan di ruang produksi	1	Tidak ada toilet atau tempat cuci tangan	20
	2	Ada tempat cuci tangan saja	40
	3	Ada toilet saja dengan jarak yang jauh dari ruang produksi	60
	4	Ada toilet saja dengan jarak yang dekat dengan ruang produksi	80
	5	Ada toilet dan tempat cuci tangan dalam ruang produksi	100

Tabel 7. Indikator dan Kriteria Penilaian PPAH untuk Kondisi Alat Produksi Agens Hayati

Indikator Penilaian		Kriteria Penilaian	Nilai
Kelengkapan alat	1	Alat pembuatan media (panci,kompore,dll), tabung reaksi, rangkaian aerator	20
	2	Lemari pendingin, alat pembuatan media (panci,kompore,dll), tabung reaksi, rangkaian aerator	40
	3	Lemari pendingin, alat pembuatan media (panci,kompore,dll), inkas, bunsen, tabung reaksi, rangkaian aerator	60
	4	Lemari pendingin, alat pembuatan media (panci,kompore,dll), inkas, bunsen, ose, tabung reaksi, rangkaian aerator	80
	5	Lemari pendingin, alat pembuatan media (panci,kompore,dll), LAFC dengan UV, bunsen, ose, tabung reaksi, rangkaian aerator	100
Sterilisasi alat	1	Tidak melakukan sterilisasi	20
	2	Sterilisasi hanya diawal pemakaian alat, untuk selanjutnya hanya di cuci	40
	3	Sterilisasi dilakukan tapi tidak selalu dilakukan tiap akan melakukan produksi	60
	4	Sterilisasi setiap akan melakukan produksi	80
	5	Sterilisasi tiap akan melakukan produksi dan setelah melakukan produksi	100
Kelengkapan rangkaian aerator	1	Aerator, filter (kapas), tempat media, selang	20
	2	Aerator, filter (kapas), tempat media, botol , selang	40
	3	Aerator, PK (botol plastik warna bening), filter (kapas), tempat media,botol , selang	60
	4	Aerator, PK (botol kaca warna gelap), filter (kapas), tempat media, botol , selang	80
	5	Aerator, PK (botol kaca warna gelap), filter (bukan kapas), tempat media, botol , selang	100
Sekat antar rangkaian aerator	1	Tidak memiliki sekat dan pada rangkaian aerator tidak memiliki filter	20
	2	Tidak memiliki sekat, tiap jenis agens hayati memiliki filter yang sama	40

Lanjutan Tabel 7

3	Tidak memiliki sekat, tiap jenis agens hayati memiliki filter yang berbeda	60
4	Memiliki sekat aerator untuk tiap jenis agens hayati tetapi hanya pada produk jamur atau bakteri saja	80
5	Memiliki sekat aerator untuk tiap jenis agens hayati pada produk jamur dan bakteri	100

Tabel 8. Indikator dan Kriteria Penilaian PPAH untuk Proses Produksi Agens Hayati

Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian	Nilai
SOP proses produksi	1 SOP dalam bentuk lisan (tidak ada bukti fisik)	20
	2 SOP dalam bentuk tertulis dan dijalankan	40
	3 SOP tertulisnya sebagian poin yang dijalankan dan tidak rutin	60
	4 SOP tertulis hanya sebagian poin yang dijalankan dan rutin	80
	5 SOP tertulis semua poin SOP dijalankan dengan rutin	100
SOP pembuatan media	1 SOP dalam bentuk lisan (tidak ada bukti fisik)	20
	2 SOP dalam bentuk tertulis dan dijalankan	40
	3 SOP tertulisnya sebagian poin yang dijalankan dan tidak rutin	60
	4 SOP tertulisnya sebagian poin yang dijalankan dan rutin	80
	5 SOP tertulis semua poin SOP dijalankan dengan rutin	100
Pengemasan a. Kemasan	1 Tidak dikemas	20
	2 Sebagian dikemas dan sebagian tidak dikemas	40
	3 Sebagian dikemas dalam botol tidak transparan dan sebagian tidak dikemas	60
	4 Semua dikemas (kemasan transparan)	80
	5 Semua dikemas (kemasan tidak transparan)	100
b. Label pada kemasan	1 Tidak memiliki label	20
	2 Memiliki label dengan informasi jenis produk dan produsen tetapi tidak pernah digunakan lagi	40
	3 Memiliki label dengan informasi jenis produk dan produsen serta masih digunakan hingga saat ini	60
	4 Memiliki label dengan informasi lengkap (jenis produk, produsen, cara aplikasi, cara penyimpanan, fungsi produk, kerapatan) namun tidak tertera tanggal kadaluarsa	80
	5 Memiliki label dengan informasi lengkap (jenis produk, produsen, cara aplikasi, cara penyimpanan, fungsi produk, kerapatan) dan tertera tanggal kadaluarsa	100
Cara penyimpanan produk agens hayati	1 Tidak disimpan pada ruangan khusus	20
	2 Disimpan pada ruang penyimpanan tapi tidak dalam satu tempat dan tidak terpapar sinar matahari secara langsung	40
	3 Memiliki ruang penyimpanan khusus yang tidak terpapar sinar matahari secara langsung dan memiliki sekat pemisah ruangan	60

Lanjutan Tabel 8

4	Memiliki ruang penyimpanan khusus dengan suhu dan kelembaban yang ter dan tidak memiliki sekat pemisah ruangan	80
5	Memiliki ruang penyimpanan khusus dengan suhu dan kelembaban yang ter dan memiliki sekat pemisah ruangan	100

Tabel 9. Indikator dan Kriteria Penilaian PPAH untuk Kualitas Agens Hayati

Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian	Nilai
Pelaksanaan uji mutu	1 Tidak pernah melaksanakan uji mutu	20
	2 Melakukan uji mutu hanya di awal atau tidak rutin setiap kali produksi tetapi tidak punya hasil uji mutu	40
	3 Melakukan uji mutu hanya di awal atau tidak rutin setiap kali produksi dan punya hasil uji mutu	60
	4 Melakukan uji mutu setiap kali produksi tetapi tidak punya hasil uji mutu	80
	5 Melakukan uji mutu setiap kali produksi dan punya hasil uji mutu	100
Rentang waktu pengiriman produk untuk dilakukan uji mutu	1 Tidak pernah mengirimkan produk selama PPAH berdiri	20
	2 Hanya beberapa kali mengirimkan produk hingga saat ini	40
	3 Pernah mengirimkan produk >5 kali hingga saat ini	60
	4 Pernah mengirimkan produk >10 kali hingga saat ini	80
	5 Mengirimkan produk setiap kali produksi	100
Penyimpanan arsip produk	1 Menyimpan setiap kali produksi (Namun saat wawancara tidak ditunjukkan bukti fisiknya)	20
	2 Pernah menyimpan arsip produk hanya sekali pada awal produksi	40
	3 Pernah menyimpan arsip produk >5 kali hingga saat ini	60
	4 Pernah menyimpan arsip produk >10 kali hingga saat ini	80
	5 Menyimpan setiap kali produksi	100

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Kualitas Produk Agens Hayati yang diproduksi oleh PPAH Di Wilayah LPHTPH Pamekasan

##### 4.1.1.1 Penilaian terhadap LPHTPH dan PPAH di Pamekasan

LPHTPH Pamekasan merupakan salah satu Laboratorium dibawah UPT Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur yang terletak di jalan Jalmak Nomor 1 Pamekasan Madura yang dipimpin oleh Ir. Nurul Hidayati. LPHTPH Pamekasan memiliki peranan yang sangat penting terutama dalam kegiatan produksi agens hayati.

Wilayah kerja LPHTPH Pamekasan meliputi kabupaten Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep yang sebagian besar komoditas utama yang terdapat tiap daerah tersebut ialah komoditas tanaman pangan. Pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH merupakan salah satu dari 12 Strategi operasional LPHTPH Pamekasan. PPAH yang tergabung dan menjadi binaan LPHTPH Pamekasan diantaranya PPAH Dharma Dwipa di Dusun Dharma Desa Pademawu Barat, PPAH Shinta Tani di Dusun Galis Desa Galis, PPAH Mawar di Desa Bukek Kecamatan Tlanakan, dan PPAH Rukun Tani di Desa Nyalabuh Laok Kecamatan Nyalabuh. Program pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH dalam bentuk kegiatan (Tabel 10)

Tabel 10. Penilaian Program Pengembangan Agens Hayati dan Pemberdayaan PPAH oleh LPHTPH Pamekasan

Indikator Penilaian	Pengembangan Agens Hayati dan Pemberdayaan PPAH yang Dilaksanakan oleh LPHTPH Pamekasan	Nilai
Program pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH	Ada karena merupakan tugas dari LPHTPH sehingga pengembangan dan pemberdayaan untuk PPAH diprogramkan dan dijalankan secara rutin	100
Bentuk kegiatan pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH	Pelatihan untuk PPAH dan di dalamnya terdapat kegiatan praktek langsung serta terkadang dilaksanakan pendampingan kegiatan produksi agens hayati di PPAH	80
Jadwal pelaksanaan kegiatan	Pelaksanaan dijadwalkan secara rutin dan berjalan secara rutin sampai saat ini (dalam 1 tahun 2 kali pelaksanaan)	80
Materi yang disampaikan dalam kegiatan pelatihan	Pengenalan tentang agens hayati, cara produksi agens hayati dan cara aplikasi agens hayati dan pemberian informasi jenis agens hayati baru	80
	Jumlah Nilai	340
	Rata-rata	85
	Kategori	Sangat Baik

Penilaian terkait program pendampingan pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH yang dilakukan oleh LPHTPH Pamekasan setelah dikategorikan dari beberapa indikator termasuk dalam kategori sangat baik (Tabel 10) dikarenakan adanya program pelatihan terhadap PPAH yang dilakukan secara rutin setiap tahunnya serta adanya pemberian informasi terkait adanya jenis agens hayati baru. Selain itu, kelengkapan alat laboratorium juga sudah cukup lengkap dan terdapatnya alur pelaksanaan yang secara tertulis dan dapat dijalankan dengan baik.

Program pengembangan agens hayati dan pemberdayaan PPAH Pamekasan dapat terlaksana dengan sangat baik karena LPHTPH Pamekasan rutin memberikan bimbingan PPAH. Bimbingan PPAH adalah kegiatan yang bertujuan untuk mendampingi dan memberikan masukan serta saran dalam kegiatan pada setiap PPAH yang ada di Pamekasan. Kegiatan Bimbingan PPAH ini berupa; pelatihan untuk PPAH dalam produksi agens hayati dilakukan dalam setahun sebanyak 2 kali pelatihan yaitu ketika memasuki awal musim kemarau (maret persiapan, april mulai pelatihan) dan musim hujan (september persiapan, oktober mulai pelatihan), selanjutnya dalam kegiatan pelatihan ini juga diadakan produksi massal agens hayati dan pemberitahuan atau informasi jenis agens hayati yang baru serta diadakannya kegiatan praktek secara langsung.

LPHTPH Pamekasan dan PPAH berkordinasi dan berperan aktif dalam memberikan informasi dan mempraktekkan langsung manfaat dari agens hayati, dalam hal ini yang berhubungan langsung dengan petani atau kelompok tani adalah PPAH karena produksi langsung agens hayati dilakukan oleh PPAH, sedangkan LPHTPH Pamekasan berhubungan langsung dengan PPAH karena hanya sebagai penyedia isolat dan sebagai sarana informasi yang dibutuhkan PPAH.

#### **4.1.1.2 Kualitas Agens Hayati**

##### **a. Pengujian Kualitas Agens Hayati yang Dilaksanakan oleh LPHTPH Pamekasan**

LPHTPH Pamekasan dalam menjalankan pengujian kualitas agens hayati didukung oleh sarana dan prasarana laboratorium yang cukup lengkap dan dapat digunakan dalam kegiatan kualitas agens hayati. Penilaian terkait pemanfaatan dan sarana prasarana laboratorium LPHTPH Pamekasan termasuk dalam kategori sangat baik (Tabel 11) dikarenakan ruang laboratorium

yang dimiliki oleh LPHPTPH Pamekasan selain dimanfaatkan sebagai pengujian mutu agens hayati dari PPAH, penyedia isolat serta identifikasi hama dan penyakit, laboratorium juga dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian namun hanya pada waktu-waktu tertentu. Selain itu, kelengkapan alat laboratorium juga sudah cukup lengkap dan terdapatnya alur pelaksanaan yang secara tertulis dan dapat dijalankan dengan baik.

Tabel 11. Penilaian Pemanfaatan dan Sarana Prasarana Laboratorium LPHPTPH Pamekasan

Indikator Penilaian	Pemanfaatan dan Sarana Prasarana Laboratorium LPHPTPH Pamekasan	Nilai
Pemanfaatan laboratorium	Uji mutu agens hayati, penyediaan isolat, identifikasi hama dan penyakit, studi	100
Kelengkapan alat laboratorium	Lemari pendingin, LAFC, mikroskop, <i>haemocytometer</i> , bunsen, ose, pipet, cawan petri, tabung reaksi	80
Ada tidaknya alur pelaksanaan uji mutu agens hayati	Alur pelaksanaan tertulis dan semua poin dari alur pelaksanaan dijalankan	100
	Jumlah Nilai	280
	Rata-rata	93,33
	Kategori	Sangat Baik

Pengujian kualitas agens hayati yang dilaksanakan oleh LPHPTPH Pamekasan berupa penyediaan isolat, Pelayanan uji mutu produk agens hayati oleh PPAH yang ada di Pamekasan.

### 1. Penyediaan Isolat

Penyediaan isolat merupakan salah satu kualitas yang dilakukan oleh LPHPTPH kepada PPAH yang ada di Pamekasan sebagai bentuk fasilitator laboratorium kepada PPAH binaanya. LPHPTPH senantiasa menyediakan isolat yang dibutuhkan PPAH namun juga menyesuaikan dengan permintaan PPAH dan ketersediaan di Laboratorium. Jenis isolat yang terdapat di LPHPTPH Pamekasan diantaranya *Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyxa*, *Trichoderma harzianum*, *Beuveria bassiana*, *Metarhizium* sp., *Bacillus subtilis*. Asal isolat yang diperoleh LPHPTPH Pamekasan yaitu dari eksplorasi sendiri dan dari BBOPT (Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan) Jatisari. Untuk yang eksplorasi sendiri diantaranya *Pseudomonas fluorescens*, *Beuveria bassiana*, *Trichoderma harzianum*. Isolat yang didapatkan dari BBOPT diantaranya *Paenibacillus polymyxa*, *Metarhizium* sp., *Bacillus subtilis*. Berikut penilaian untuk penyediaan isolat oleh LPHPTPH pamekasan (Tabel 12).

Tabel 12. Penilaian Penyediaan Isolat oleh LPHPTPH Pamekasan

Indikator Penilaian	Penyediaan Isolat oleh LPHPTPH Pamekasan	Nilai
Ketersediaan isolat	Menyediakan isolat jamur dan bakteri tetapi terkadang tidak tersedia	80
Peremajaan isolat	Melakukan rutin (setahun >1 kali)	100
Penyimpanan isolat	Jika ada stok disimpan di lemari pendingin	80
Umur isolat saat diberikan ke PPAH	Paling baru 1-4 minggu dan paling lama 1-4 bulan	80
Kemurnian isolat	Memiliki 2 isolat murni jamur dan bakteri, tetapi ada isolat dalam bentuk campuran	60
	Jumlah Nilai	400
	Rata-rata	80
	Kategori	Baik

Nilai terendah terdapat pada indikator kemurnian isolat yaitu 60, namun secara keseluruhan hasil penilaian untuk penyediaan isolat oleh LPHPTPH Pamekasan tergolong dalam kategori baik (Tabel 12). Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala dan Tim pengendalian bagian teknis di LPHPTPH Pamekasan didapatkan informasi bahwa ketersediaan isolat senantiasa tersedia sesuai dengan kebutuhan PPAH dan juga mengikuti ketersediaan yang ada di laboratorium. Untuk peremajaan isolat dilakukan sebanyak 2 kali dalam 1 tahun, penyimpanan isolat disimpan di lemari pendingin dengan menggunakan tabung reaksi, untuk umur isolat yang diberikan ke PPAH yaitu paling baru 1-4 minggu dan paling lama 1-4 bulan.

## 2. Pelayanan Uji Mutu Produk Agens Hayati

LPHPTPH Pamekasan melaksanakan pelayanan uji mutu produk agens hayati dengan cara memastikan PPAH binaan LPHPTPH untuk mengirimkan sampel ke Laboratorium, dimana apabila terdapat PPAH yang tidak mengirimkan sampel produk agens hayati, LPHPTPH Pamekasan melakukan peninjauan kembali ke PPAH dan diberikan bimbingan kembali. Berikut penilaian untuk pelayanan uji mutu agens hayati di LPHPTPH Pamekasan (Tabel 13).

Tabel 13. Penilaian Pelayanan Uji Mutu Agens Hayati yang Dilaksanakan oleh LPHPTPH Pamekasan

Indikator Penilaian	Pelayanan Uji Mutu Agens Hayati oleh LPHPTPH Pamekasan	Nilai
SOP uji mutu agens hayati	SOP tertulis dan semua poin SOP dijalankan dengan rutin	100
Jenis pengujian mutu agens hayati	Pengujian kerapatan pada produk bakteri dan jamur serta uji viabilitas pada produk jamur dan bakteri	80

Lanjutan Tabel 13

Hasil uji mutu agens hayati yang diberikan ke PPAH	Surat pernyataan resmi yang ditandatangani ketua laboratorium dengan disertai hasil pengujian	100
Penyimpanan arsip hasil pengujian mutu yang dilakukan PPAH	Menyimpan arsip berdasarkan keterangan saat wawancara tetapi tidak ada bukti fisik	40
	Jumlah Nilai	320
	Rata-rata	80
	Kategori	Baik

Penilaian terkait pelayanan uji mutu agens hayati yang dilaksanakan oleh LPHPTPH Pamekasan setelah dikategorikan dari beberapa indikator termasuk dalam kategori baik (Tabel 13), dengan nilai terendah yaitu pada indikator penyimpanan arsip hasil pengujian mutu yang dilakukan PPAH.

**b. Pengujian Kualitas Agens Hayati yang Dilaksanakan oleh Empat PPAH di Pamekasan**

Pengujian kualitas agens hayati yang dilaksanakan oleh empat PPAH di Pamekasan secara langsung dilakukan melalui uji mutu produk agens hayati di LPHPTPH Pamekasan. Empat PPAH di Pamekasan bertugas sebagai fasilitator petani dalam proses produksi dan perbanyak agens hayati. Berikut penilaian produksi agens hayati pada empat PPAH di Pamekasan (Tabel 14).

Tabel 14. Penilaian Produksi Agens Hayati pada Empat PPAH di Pamekasan

Indikator Penilaian	Hasil Penilaian				Kategori			
	DD	ST	M	RT	DD	ST	M	RT
Kondisi tempat produksi agens hayati	40	36	44	40	Kurang baik	Kurang baik	Cukup baik	Kurang baik
Kondisi alat untuk produksi agens hayati	55	60	75	55	Cukup baik	Cukup baik	Baik	Cukup baik
Proses produksi agens hayati	60	52	60	60	Cukup baik	Cukup baik	Cukup baik	Cukup baik

Keterangan : DD: Dharma Dwipa, ST: Shinta Tani, M: Mawar, RT: Rukun Tani

Berdasarkan hasil diatas didapatkan bahwa masing-masing PPAH memiliki nilai yang berbeda. Untuk hasil indikator kondisi tempat produksi agens hayati ketiga PPAH termasuk dalam kategori kurang baik dan satu PPAH yaitu Mawar termasuk kategori cukup baik, selanjutnya pada hasil indikator kondisi



alat untuk produksi agens hayati hanya satu PPAH yang termasuk dalam kategori baik yaitu PPAH Mawar sedangkan ketiga PPAH lainnya masuk dalam kategori cukup baik, selanjutnya untuk hasil indikator proses produksi agens hayati keempat PPAH masuk dalam kategori cukup baik (Tabel 14).

#### **a.) Kondisi Tempat Produksi Agens Hayati**

Hasil dari penilaian kondisi tempat produksi agens hayati menunjukkan bahwa ketiga PPAH masih dikategorikan kurang baik, dan satu PPAH masuk kategori cukup baik yaitu PPAH Mawar. Setelah proses survei dan observasi di empat PPAH menunjukkan bahwa hanya PPAH Mawar yang sudah memiliki laboratorium mini yang dibangun dan khusus untuk tempat produksi agens hayati, sedangkan ketiga PPAH lainnya memiliki tempat produksi yang masih bergabung dengan ruangan lain dan memiliki sekat.

#### **b.) Kondisi Alat Produksi Agens Hayati**

Pada dasarnya untuk kelengkapan alat yang digunakan di PPAH sangat sederhana dan cukup baik namun salah satu PPAH yaitu PPAH Mawar dikategorikan baik, hal itu dikarenakan lengkapnya bantuan yang diperoleh PPAH Mawar dalam mendukung produksi agens hayati. Proses sterilisasi alat dari keempat PPAH juga baik, hal itu dibuktikan dari setiap akan melakukan produksi, selalu melakukan sterilisasi alat terlebih dahulu, sterilisasi alat yang dilakukan juga hampir sama yaitu terlebih dahulu di cuci menggunakan sabun terus ditiriskan menggunakan alkohol dan kemudian di kukus dan dikering anginkan.

#### **c.) Poses Produksi Agens Hayati**

PPAH di Pamekasan memperoleh informasi dan pengetahuan tentang proses produksi agens hayati dari LPHPTPH Pamekasan, BTPPH Jawa Timur, Pelatihan di Balonggebang Nganjuk, dan pelatihan dari Fakultas Pertanian Universitas Madura. Hampir semua proses produksi agens hayati di PPAH Pamekasan hampir sama hal itu ditunjukkan dari hasil penilaian yang masuk kategori cukup baik.

PPAH memperoleh isolat dari LPHPTPH Pamekasan dan juga ada PPAH yang saling berbagi isolat untuk diperbanyak sendiri. Sebenarnya untuk daerah Pamekasan agens hayati yang di kembangkan hanya jenis *P. fluorescens* namun PPAH dipamekasan mengembangkan agens hayati seperti, *B. bassiana*, *P. polymyxa*, *T. harzianum*, *Ferticillium* sp., *Metarhizium* sp., PGPR, namun untuk ketersediaan semua jenis agens hayati tersebut tidak selalu sedia

karena juga menyesuaikan dengan waktu musim tanam. Jenis produk agens hayati yang diproduksi empat PPAH di Pamekasan (Tabel 15).

Berikut merupakan proses produksi agens hayati yaitu 1) sterilisasi alat, 2) menyiapkan bahan, 3) pembuatan media, 4) inokulasi agens hayati, 5) fermentasi agens hayati, 6) penyimpanan dan pengemasan produk agens hayati. Ketiga PPAH di Pamekasan sudah memiliki SOP dalam bentuk tertulis dan sudah dijalankan, namun untuk satu PPAH yaitu PPAH Shinta Tani hanya memiliki SOP dalam bentuk lisan atau secara langsung.

Media yang digunakan keempat PPAH untuk pebanyakan agens hayati jenis jamur diantaranya, PPAH Dharma Dwipa menggunakan media cair dari ekstrak wortel, PPAH Shinta Tani menggunakan media padat beras jagung, PPAH mawar menggunakan media cair ekstrak kentang dan media padat dari beras putih dan jagung, PPAH Rukun Tani menggunakan media padat dari beras putih dan jagung. Untuk perbanyakan agens hayati jenis bakteri, PPAH Dharma Dwipa menggunakan media cair ekstrak wortel, PPAH Shinta Tani menggunakan media cair dari ekstrak wortel dan kentang, PPAH Mawar menggunakan media cair ekstrak kentang, dan PPAH Rukun Tani menggunakan media cair dari ekstrak kentang dan wortel serta ekstrak kedelai untuk perbanyakan agens hayati bakteri yaitu PGPR. Untuk komposisi dari perbanyakan agens hayati bakteri dari media cair dan agens hayati jamur dari media cari keempat PPAH yaitu; PPAH Dharma Dwipa (wortel 3 kg,  $\frac{1}{2}$  kg gula pasir putih, dan 1 galon/ 19 liter air), PPAH Shinta Tani (Kentang 1,5 kg, wortel 1,5 kg,  $\frac{1}{2}$  kg gula pasir putih, dan 1 galon/ 19 liter air), PPAH Mawar (Kentang 3 kg,  $\frac{1}{2}$  kg gula pasir putih dan 1 galon/ 19 liter air), sedangkan untuk PPAH Rukun Tani (kentang 1,5 kg, wortel 1,5 kg, gula pasir  $\frac{1}{2}$  kg, dan air 1 galon/ 19 liter air dan untuk PGPR nya sendiri komposisi kentang dan wortel diganti dengan ekstrak kedelai 3 kg). Untuk komposisi dari perbanyakan agens hayati jamur yang menggunakan media padat dalam sekali produksi minimal 3 kg beras dan jagung yang bisa menghasilkan 30 bungkus dan ada juga yang minimal 10 kg menghasilkan 100 bungkus.

Pada proses inokulasi agens hayati hanya 2 PPAH yang memiliki inkas yaitu PPAH Shinta Tani dan Mawar, sedangkan PPAH Dharma Dwipa dan Rukun Tani melakukan secara terbuka namun kondisi sekitar tetap di semprot dengan alkohol. Berikut Proses Produksi Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan (Tabel 15)

Tabel 15. Jenis Produk Agens Hayati yang diproduksi empat PPAH di Pamekasan

Jenis Produk Agens Hayati	PPAH			
	Dharma Dwipa	Shinta Tani	Mawar	Rukun Tani
<i>P. fluorescens</i>	+	-	+	+
<i>B. bassiana</i>	-	+	+	-
<i>T. harzianum</i>	-	+	+	+
<i>Metarhizium sp.</i>	-	-	+	-
PGPR	+	+	+	+
<i>P. polymyxa</i>	+	+	+	+
<i>Ferticillium sp.</i>	-	-	+	-

Keterangan: + diproduksi PPAH, - tidak diproduksi PPAH

Tabel 16. Proses Produksi Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan

Proses Produksi Agens Hayati	Nama PPAH			
	Dharma Dwipa	Shinta Tani	Mawar	Rukun Tani
Jangka waktu produksi	Sesuai pesanan	Sesuai pesanan dan musim tanam	Sesuai musim tanam	Sesuai pesanan
Jumlah produk yang dihasilkan dalam 1 kali produksi	Tidak pasti	36 liter, dan minimal 10 kg	36 liter	36 liter
Asal isolat indukan	LPHPTPH Pamekasan dan lab lain (Mawar)	LPHPTPH Pamekasan dan Fakultas Pertanian UNIRA	LPHPTPH Pamekasan dan Fakultas Pertanian UNIRA	LPHPTPH Pamekasan, Fakultas Pertanian UNIRA dan Lab lain (Mawar)
Cara sterilisasi alat	Alat dicuci dengan air panas, disemprot alkohol dan dikukus	alat dicuci dengan detergen, kemudian di kukus dan dikering anginkan	Alat dicuci dengan detergen, dikukus dan dicuci dengan alkohol	Alat dicuci, dikukus, dikering anginkan kemudian disemprotkan dengan alkohol
Media perbanyak				
a. Jamur	Ekstrak wortel	Beras jagung	Ekstrak kentang, Beras putih dan jagung	Beras putih dan jagung
b. Bakteri	Ekstrak wortel	Ekstrak wortel dan kentang	Ekstrak kentang	Ekstrak kentang dan wortel (Pf) ekstrak kedelai (PGPR)

Lanjutan Tabel 16

Cara sterilisasi media	Direbus hingga mendidih	Direbus selama kurang lebih 30 menit	Direbus selama 5-10 menit	Direbus selama kurang lebih 15 menit
Waktu fermentasi agens hayati	7-10 hari	15 hari	14 hari	15 hari
Pengemasan				
a. Bentuk kemasan	Sebagian dikemas jerigen plastik 1 liter	Jerigen plastik 1 liter, plastik 100 gram	Sebagian dikemas jerigen plastik 1 liter, palstik 100 gram	Sebagian dikemas jerigen plastik 1 liter, plastik 100 gram
b. Label kemasan	Ada	Ada	Ada	Ada

#### d.) Distribusi, Pemasaran dan Penjualan Produk Agens Hayati pada Empat PPAH di Pamekasan

Distribusi dan pemasaran produk agens hayati yang dilakukan oleh empat PPAH di Pamekasan yaitu dengan petani langsung yang datang ke PPAH, untuk PPAH Dharma Dwipa menerapkan sistem membeli dan gratis untuk produk agens hayati yang diproduksi di PPAH tersebut untuk yang membeli ada yang membayar Rp. 15.000/liter untuk petani sekitar dengan membawa botol plastik sendiri dan Rp. 25.000/liter per botol plastik yang berlabel untuk semua produk agens hayati di PPAH Dharma Dwipa dan didistribusikan diluar kecamatan PPAH Dharma Dwipa, untuk yang gratis datang langsung dan membawa botol sendiri untuk kalangan kelompok tani yang bergabung dengan PPAH Dharma Dwipa. PPAH Shinta Tani menerapkan sistem membeli dengan harga untuk *T. harzianum* seharga Rp. 20.000, PGPR Rp. 15.000/ liter, *P. polymyxa* Rp. 20.000/ liter, *B. bassiana* Rp. 20.000/ liter dengan menggunakan botol berlabel. PPAH Mawar untuk semua produk menggunakan sistem membeli dan gratis, untuk yang membeli yaitu Rp. 10.000/ liter untuk yang menggunakan botol berlabel untuk petani sekitar, untuk yang gratis langsung datang ke PPAH dengan membawa botol plastik sendiri untuk kalangan kelompok tani yang bergabung dengan PPAH Mawar. PPAH Rukun Tani menggunakan sistem membeli dan gratis untuk semua produk agens hayati, untuk membeli yaitu membayar Rp. 15.000/ liter yang menggunakan botol berlabel untuk petani sekitar dan untuk yang gratis dikhususkan kepada kalangan kelompok tani yang bergabung dengan PPAH Rukun Tani.

Penggunaan produk agens hayati dari empat PPAH di Pamekasan rata-rata adalah petani anggota kelompok tani yang tergabung dalam PPAH dan petani sekitar yang tidak tergabung dengan kelompok tani dan PPAH namun masih dalam satu daerah yaitu Pamekasan. Jumlah dari hasil penjualan produk agens hayati dari keempat PPAH juga tidak menentu dan tidak sama.

#### e.) Pengujian Kualitas Agens Hayati yang Dilaksanakan oleh Empat PPAH di Pamekasan

Pengujian kualitas agens hayati yang dilakukan oleh keempat PPAH di Pamekasan yaitu dengan cara uji mutu produk agens hayati dari tiap PPAH untuk prosedurnya seperti berikut; 1) PPAH mengantarkan sampel uji hasil produksi di PPAH ke LPHTPH Pamekasan, 2.) pengujian kualitas agens hayati dilakukan di LPHTPH Pamekasan, 3) setelah dilakukan pengujian kemudian pihak LPHTPH memberikan surat keterangan berupa hasil uji yang ditandatangani oleh pihak LPHTPH yaitu Kepala laboratorium. Namun ada juga salah satu PPAH yaitu PPAH Mawar yang melakukan pengujian mutu produk agens hayati di laboratorium mini PPAH yaitu dengan menggunakan PPC (Pure Plate Control). Untuk pengujian mutu agens hayati dari PPAH ke LPHTPH yaitu dilaksanakan rutin setiap PPAH melakukan produksi agens hayati.

Penilaian kualitas agens hayati yang dilaksanakan oleh PPAH berdasarkan beberapa indikator yaitu pelaksanaan uji mutu, rentang waktu pengiriman produk untuk dilakukan uji mutu dan penyimpanan arsip produk apabila dikategorikan ke dalam kategori yang telah disediakan.

Tabel 17. Pengujian Kualitas Agens Hayati yang dilaksanakan oleh Empat PPAH di Pamekasan

Indikator Penilaian	Hasil Penilaian			
	Dharma Dwipa	Shinta Tani	Mawar	Rukun Tani
Pelaksanaan uji mutu agens hayati	100	100	100	100
Rentang waktu pengiriman produk untuk dilakukan uji mutu	100	100	100	100
Penyimpanan arsip produk	20	20	20	20
Jumlah nilai	220	220	220	220
Rata-rata	73,33	73,33	73,33	73,33
Kategori	Baik	Baik	Baik	Baik

Hasil penilaian kualitas agens hayati yang dilaksanakan oleh empat PPAH di Pamekasan menunjukkan bahwa keempat PPAH masuk dalam kategori Baik, hal itu karena pelaksanaan uji mutu agens hayati selalu dilakukan di LPHTPH Pamekasan dan ada juga yang sambil menguji sendiri di laboratorium mini PPAH, rentan pengujiannya pun juga rutin setiap melakukan produksi, dan

dari keempat PPAH di Pamekasan juga menyimpan arsip yang diberikan dari pihak LPHPTPH Pamekasan yang berisikan hasil pengujian produk agens hayati yang diproduksi tiap PPAH, namun pada saat wawancara bukti fisik untuk poin indikator yang ketiga tidak ditunjukkan.

Hasil penilaian untuk tiap PPAH di Pamekasan dari kondisi tempat hingga kegiatan pengujian kualitas terhadap produk agens hayati yang diproduksi rata-rata memiliki kategori yang sama yaitu cukup baik, namun hanya satu PPAH yaitu PPAH Mawar yang memiliki kategori baik. Kategori nilai pada setiap PPAH disajikan pada tabel 18 dan kategori untuk setiap indikator penilaian disajikan pada tabel 19.

Tabel 18. Hasil Penilaian untuk Masing-masing PPAH

Indikator Penilaian	Hasil Penilaian			
	Dharma Dwipa	Shinta Tani	Mawar	Rukun Tani
Kondisi tempat produksi agens hayati	40	36	44	40
Kondisi alat untuk produksi agens hayati	55	60	75	55
Proses produksi agens hayati	60	52	60	60
kualitas agens hayati	73,33	73,33	73,33	73,33
Jumlah Nilai	228,33	221,33	252,33	228,3
Rata-rata	57,07	55,33	63,08	57,07
Kategori	Cukup baik	Cukup baik	Baik	Cukup baik

Berdasarkan hasil penilaian dari empat indikator dari masing-masing PPAH menunjukkan bahwa ketiga PPAH masuk dalam kategori cukup baik, dan satu PPAH masuk dalam kategori baik yaitu PPAH Mawar. Hal itu disebabkan karena pada PPAH Mawar kondisi alat untuk produksi agens hayati memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan ketiga PPAH lainnya.

Berkaitan dengan pengujian kualitas agens hayati dari keempat PPAH semuanya rutin melakukan uji mutu ke LPHPTPH dan menyimpan arsip produk yang diberikan oleh pihak LPHPTPH Pamekasan dalam bentuk surat keterangan. Namun pada saat wawancara bukti fisik untuk penyimpanan arsip produk tidak diperlihatkan.

Tabel 19. Hasil Penilaian setiap Indikator dalam Satu Kota

Indikator Penilaian	Hasil Penilaian				Jumlah Nilai	Rata-rata	Kategori
	Dharma Dwipa	Shinta Tani	Mawar	Rukun Tani			
Kondisi tempat produksi agens hayati	40	36	44	40	160	40	Kurang Baik
Kondisi alat untuk produksi agens hayati	55	60	75	55	245	61,25	Baik
Proses produksi agens hayati	60	52	60	60	232	58	Cukup Baik
kualitas agens hayati	73,33	73,33	73,33	73,33	293,32	73,33	Baik

Hasil penilaian setiap indikator dalam satu kota hasil terbaik yaitu pada indikator kondisi alat untuk produksi agens hayati dan kualitas agens hayati yang masuk dalam kategori baik, hal ini dikarenakan keempat PPAH selalu rutin melakukan uji mutu ke LPHPTPH dan menyimpan arsip produk yang diberikan oleh pihak LPHPTPH Pamekasan dalam bentuk surat keterangan.

#### 4.1.1.3 Kualitas Produk Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan

Kualitas produk agens hayati hanya dilakukan pada PPAH yang sedang memproduksi agens hayati pada saat survei. Hal ini dikarenakan dari empat PPAH dalam produksi agens hayati tidak pasti atau tidak menentu, selain itu dari empat PPAH tidak menyimpan arsip produk agens hayati. Berikut adalah jenis produk agens hayati yang terdapat pada empat PPAH di Pamekasan (Tabel 20).

Tabel 20. Jenis Produk Agens Hayati yang terdapat pada Empat PPAH di Pamekasan

Nama PPAH	Produk Agens Hayati Jamur	Produk Agens Hayati Bakteri
Dharma Dwipa	-	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. polymyxa</i>
Shinta Tani	-	<i>P. polymyxa</i>
Mawar	<i>Metarhizium</i> sp.	-
Rukun Tani	<i>T. harzianum</i>	<i>P. fluorescens</i>

Keterangan: (-) Tidak tersedia, karena pada saat survei PPAH sedang tidak memproduksi dan tidak memiliki arsip produk

Total sampel agens hayati yang diperoleh dari empat PPAH di Pamekasan yaitu enam sampel produk yang terdiri dari dua sampel produk agens hayati jamur yaitu *T. harzianum* dan *Metarhizium* sp., dan empat sampel produk agens hayati bakteri yaitu dua sampel *P. fluorescens*, dan dua sampel *P. polymyxa*.

**a. Kualitas Produk Agens Hayati Jamur**

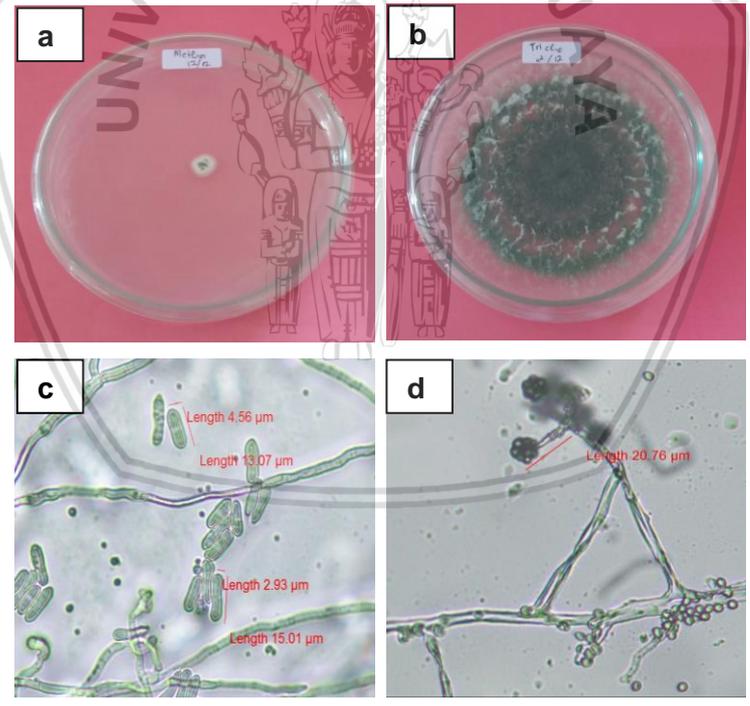
**a.) Uji Kesesuaian Kandungan Produk Agens Hayati dengan Label pada Kemasan Produk**

Uji kesesuaian kandungan produk agens hayati dengan label pada kemasan produk didapatkan pada kenampakan makroskopis dan mikroskopis jamur (Tabel 21).

Tabel 21. Kesesuaian Kandungan Produk Agens Hayati Jamur dengan Label pada Kemasan

Nama PPAH	Jenis Produk	Kenampakan Mikroskopis	Kenampakan Makroskopis	Kesesuaian dengan Label Kemasan	Terdapat Kontaminasi
Mawar	<i>Metarhizium</i> sp.	S	S	S	Ada (jamur <i>Aspergillus</i> sp.)
Rukun Tani	<i>T. harzianum</i>	S	S	S	Tidak Ada

Keterangan: (S); Sesuai, (TS); Tidak Sesuai



Gambar 7. Hasil Kenampakan Makroskopis dan Mikroskopis Agens Hayati Jamur pada Dua PPAH; a.) Pertumbuhan Koloni Jamur *Metarhizium* sp. pada Media PDA (PPAH Mawar), b.) Pertumbuhan Koloni Jamur *T. harzianum* pada Media PDA (PPAH Rukun Tani), c.) Bentuk Spora Jamur *Metarhizium* sp. (PPAH Mawar) d.) Bentuk Spora Jamur *T. harzianum* (PPAH Rukun Tani).



Hasil kenampakan makroskopis dari dua PPAH menunjukkan bahwa agens hayati yang diperoleh dan ditumbuhkan pada media PDA mengalami pertumbuhan koloni selama 7-14 hari masa inkubasi (Gambar 7). Hal ini membuktikan bahwa dari dua PPAH yang memproduksi agens hayati jamur sesuai dengan label pada kemasan produk agens hayati.

Kenampakan makroskopis pada produk agens hayati jamur *Metarhizium* sp. ialah adanya pertumbuhan koloni yang pada umur inkubasi 1-7 hari berwarna putih dan pada umur inkubasi 7-14 hari mengalami perubahan pada bagian tengah yaitu berwarna hijau gelap, kenampakan mikroskopis pada jamur *Metarhizium* sp. ialah konidia berbentuk silinder atau lonjong, konidiofor bercabang dan tunggal, serta fialid terdapat pada cabang konidiofor.

Sedangkan untuk kenampakan makroskopis *T. harzianum* yaitu adanya pertumbuhan koloni yang berbentuk bulat berwarna hijau tua pada masa inkubasi 1-7 hari, kenampakan mikroskopis pada jamur *T. harzianum* yaitu adanya konidia berbentuk bulat berwarna hijau, konidiofor tegak vertikal dan bercabang, fialid pendek dan tebal yang terletak pada ujung cabang konidiofor.

#### b.) Pengujian Kerapatan Spora

Pengujian kerapatan spora merupakan salah satu indikator dalam pengujian kualitas agens hayati yang diproduksi oleh PPAH. Pengujian ini dilakukan berdasarkan kenampakan mikroskopis. Berikut hasil pengujian kerapatan spora dari dua sampel agens hayati jamur (Tabel 22).

Tabel 22. Hasil Pengujian Kerapatan Spora

Nama PPAH	Jenis Produk	Hasil Pengujian Kerapatan Spora (spora/ml)	Standar Kerapatan Spora Agens Hayati (Syahnen <i>et al.</i> , 2014)	Informasi Kerapatan Spora pada Label Kemasan (spora/ml)
Mawar	<i>Metarhizium</i> sp.	5,05x10 <sup>7</sup>		TA
Rukun Tani	<i>T. harzianum</i>	9,80x10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup> dan 10 <sup>6</sup>	TA

Keterangan: (A); Ada, Informasi kerapatan spora pada label kemasan dicantumkan, (TA); Tidak Ada, Informasi kerapatan spora pada label kemasan tidak dicantumkan, (S); Sesuai, Hasil pengujian kerapatan spora sesuai dan sudah memenuhi standar kerapatan spora agens hayati; (TS); Tidak Sesuai, Hasil pengujian kerapatan spora tidak sesuai dan belum memenuhi standar kerapatan spora agens hayati

Informasi kerapatan spora pada label kemasan dari dua PPAH tidak dicantumkan, hal ini dikarenakan dari empat PPAH di Pamekasan hanya mencantumkan nama agens hayati, kandungan bahan aktif, kegunaan agens hayati, cara aplikasi, waktu aplikasi, tempat produksi, masa kadaluarsa dan berat bersih. Karena menurut PPAH dan petani pengguna PPAH informasi terkait kerapatan spora hanya bersifat tidak terlalu berpengaruh, yang berpengaruh ialah seberapa terbukti agens hayati ketika mengendalikan hama dan penyakit yang menyerang tanaman budidaya.

**c.) Pengujian Viabilitas Spora**

Pengujian Viabilitas spora juga merupakan salah satu indikator dalam pengujian kualitas agens hayati yang diproduksi oleh PPAH. Pengujian ini dilakukan berdasarkan kenampakan mikroskopis yaitu dengan cara melakukan pengamatan spora yang berkecambah dan tidak berkecambah pada masa inkubasi 24-48 jam pada suhu 25-26°C dengan kelembaban 80-90%. Berikut hasil pengujian viabilitas spora dari dua sampel agens hayati jamur didapat (Tabel 23).

Tabel 23. Hasil Pengujian Viabilitas Spora

Nama PPAH	Jenis Produk	Hasil Pengujian Viabilitas Spora	Informasi Viabilitas Spora pada Label Kemasan
Mawar	<i>Metarhizium</i> sp.	56%	TA
Rukun Tani	<i>T. harzianum</i>	45%	TA

Keterangan: (A); Ada, Informasi viabilitas spora pada label kemasan dicantumkan, (TA); Tidak Ada, Informasi viabilitas spora pada label kemasan tidak dicantumkan.

**b. Kualitas Produk Agens Hayati Bakteri**

**a.) Uji Kesesuaian Kandungan Produk Agens Hayati dengan Label pada Kemasan Produk**

Sampel produk agens hayati bakteri yang diperoleh di empat PPAH di Pamekasan diantaranya: dua sampel *P. polymyxa* dan dua sampel *P. fluorescens*. Berikut pemberian kode terhadap masing-masing produk agens hayati (Tabel 24)

Tabel 24. Kode Isolat untuk Masing-masing Bakteri

Kode Isolat	Jenis Produk	Kode Isolat	Jenis Produk
PPST	<i>P. polymyxa</i> Shinta Tani	PFDD	<i>P. fluorescens</i> Dharma Dwipa
PPDD	<i>P. polymyxa</i> Dharma Dwipa	PFRT	<i>P. fluorescens</i> Rukun Tani



### Hasil Kesesuaian Kandungan Produk Agens Hayati dengan Label Kemasan Inokulasi pada Media Selektif

Inokulasi pada media selektif ini bertujuan untuk menguji kesesuaian kandungan produk dengan label kemasan produk. Penumbuhan sampel produk pada media selektif dilakukan inkubasi selama 48 jam. Berikut hasil inokulasi sampel produk agens hayati bakteri pada media selektif (Tabel 25).

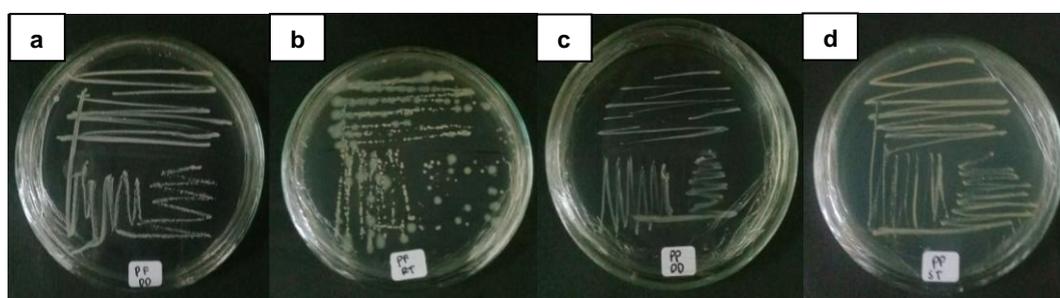
Tabel 25. Hasil Inokulasi Bakteri pada Media Selektif

Nama PPAH	Jenis Produk	Kandungan Produk	Media Selektif	Hasil Inokulasi		Kerapatan Jumlah Koloni Bakteri
				24 jam Inkubasi	48 jam Inkubasi	
Shinta Tani	<i>P. polymyxa</i>	<i>P. polymyxa</i>	NA	+	+	2,90x10 <sup>10</sup>
Dharma Dwipa	<i>P. polymyxa</i>	<i>P. polymyxa</i>	NA	+	+	1,42x10 <sup>10</sup>
Rukun Tani	<i>P. fluorescens</i>	<i>P. fluorescens</i>	King's B	+	+	2,35x10 <sup>7</sup>
	<i>P. fluorescens</i>	<i>P. fluorescens</i>	King's B	+	+	1,25x10 <sup>7</sup>

Keterangan: (+) Terdapat koloni bakteri, (-) Tidak terdapat koloni bakteri

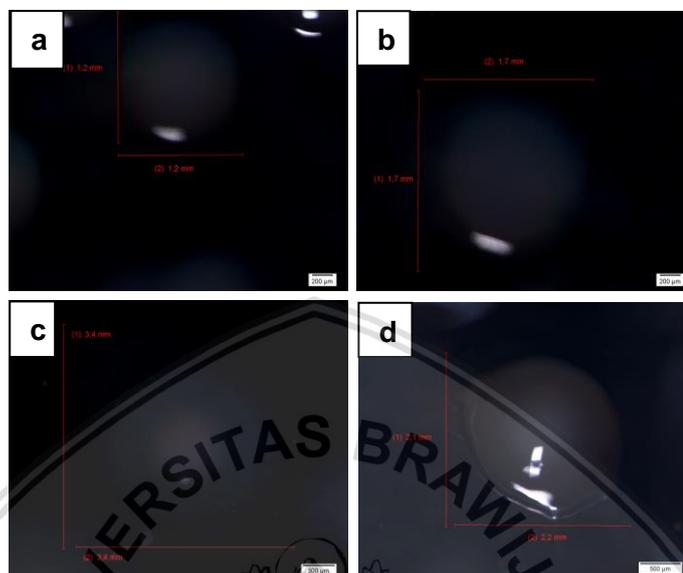
### Purifikasi Bakteri

Purifikasi bakteri bertujuan untuk mendapatkan koloni tunggal agar bisa dilakukan pengujian tahap selanjutnya. Hasil inokulasi bakteri pada media selektif menunjukkan bahwa bakteri mampu tumbuh pada media selektif. Isolat yang ditanam pada media selektif King's B yaitu dua isolat *P. fluorescens* yang kemudian dilakukan pengujian dibawah sinar UV yang bertujuan apakah bakteri yang tumbuh pada media selektif tersebut termasuk jenis *P. fluorescens*. Dua isolat *P. polymyxa* ditanam pada media NA. Setelah keempat isolat tersebut tumbuh pada media selektif, kemudian keempat bakteri tersebut dipurifikasi pada media NA untuk mendapatkan koloni tunggal.



Gambar 8. Hasil purifikasi koloni tunggal bakteri ketiga PPAH. a.) Koloni tunggal bakteri *P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa; b.) Koloni tunggal bakteri *P. fluorescens* PPAH Rukun Tani; c.) Koloni tunggal bakteri *P. Polymyxa* PPAH Dharma Dwipa; d.) Koloni tunggal bakteri *P. Polymyxa* PPAH Shinta Tani.

Koloni tunggal yang telah dipurifikasi pada media NA selanjutnya diamati dibawah mikroskop untuk mengetahui bentuk koloni dari setiap bakteri yang didapatkan dari ketiga PPAH.



Gambar 9. Bentuk koloni tunggal bakteri empat sampel dari ketiga PPAH. a.) Bentuk koloni tunggal bakteri *P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa; b.) Bentuk koloni tunggal bakteri *P. fluorescens* PPAH Rukun Tani; c.) Bentuk koloni tunggal bakteri *P. Polymyxa* PPAH Dharma Dwipa; d.) Bentuk koloni tunggal bakteri *P. Polymyxa* PPAH Shinta Tani.

### Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia Bakteri

Karakterisasi fisiologi dan biokimia bakteri bertujuan untuk pengujian identifikasi jenis bakteri yang didapatkan. Pengujian tersebut meliputi: uji gram yang terdiri dari uji KOH, dan pewarnaan gram, pewarnaan spora untuk isolat bakteri *P. polymyxa* dan pengujian dibawah sinar UV untuk isolat bakteri *P. fluorescens*. Berikut hasil karakterisasi fisiologi dan biokimia bakteri (Tabel 26)

Tabel 26. Hasil Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia Bakteri

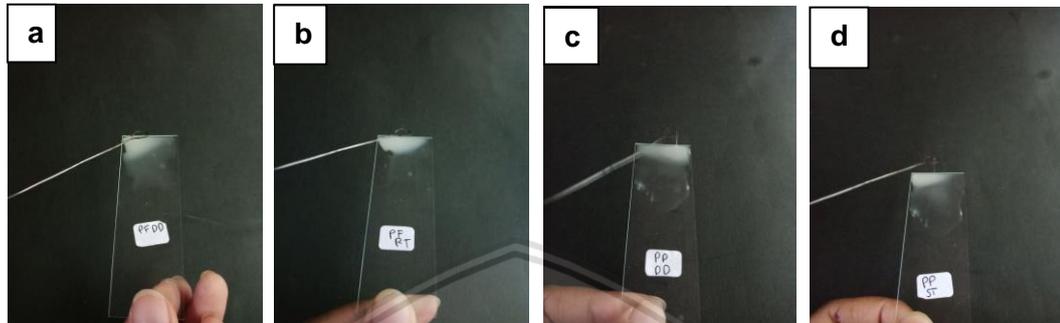
Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia Bakteri	Kode Isolat			
	PPST	PPDD	PFDD	PFRT
Uji Gram				
a. Uji KOH	-	-	+	+
b. Pewarnaan Gram	-	-	+	+
Pewarnaan Spora	TU	TU	TU	TU
Uji dibawah sinar UV	TU	TU	-	-

Keterangan: (+) Reaksi positif, (-) Reaksi negatif, (TU) Tidak diuji, (S) berspora,

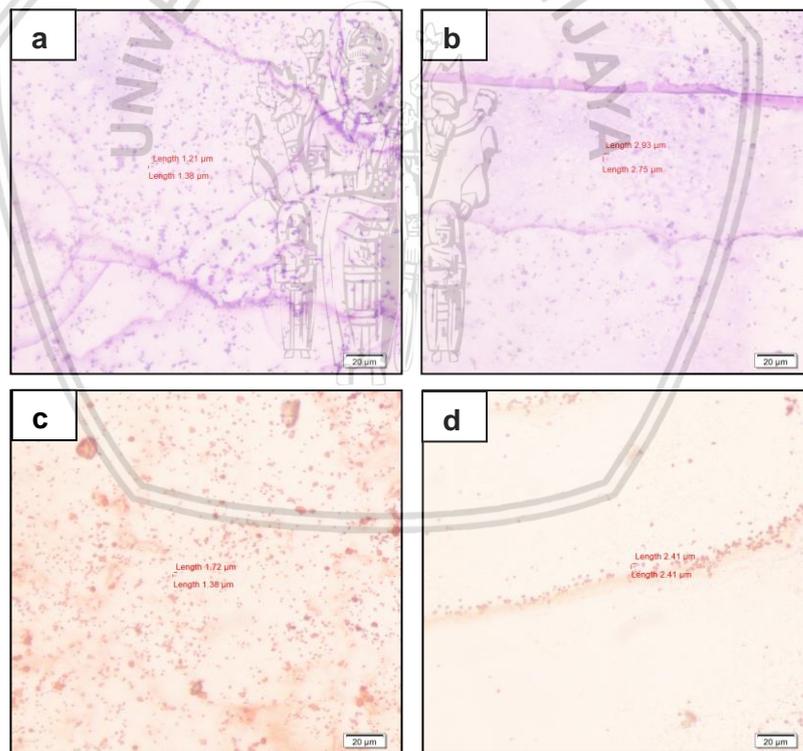
Pengujian karakterisasi fisiologi dan biokimia bakteri diawali dengan pengujian gram yang meliputi uji KOH dan pewarnaan gram pada keempat isolat yang didapatkan. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa *P. polymyxa* pada



kedua PPAH yaitu PPAH Shinta Tani dan PPAH Dharma Dwipa pada pengujian KOH dan pewarnaan gram bereaksi positif, sedangkan *P. fluorescens* pada kedua PPAH yaitu PPAH Dharma Dwipa dan PPAH Rukun Tani pada pengujian KOH dan pewarnaan gram juga bereaksi positif.



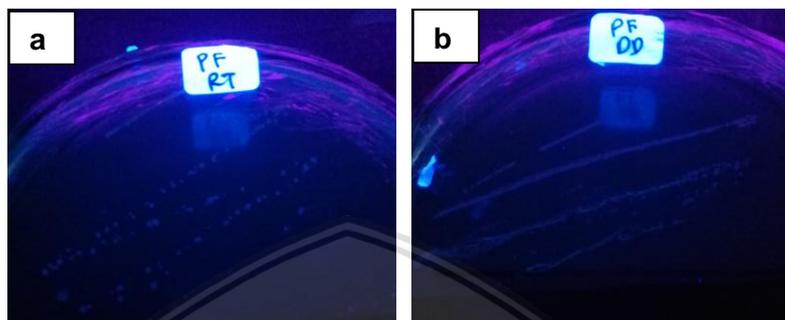
Gambar 10. Uji KOH pada empat sampel bakteri dari ketiga PPAH. a.) *P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa; b.) *P. fluorescens* PPAH Rukun Tani; c.) *P. Polymyxa* PPAH Dharma Dwipa; d.) *P. Polymyxa* PPAH Shinta Tani.



Gambar 11. Pewarnaan gram bakteri empat sampel bakteri dari ketiga PPAH. a.) *P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa; b.) *P. fluorescens* PPAH Rukun Tani; c.) *P. Polymyxa* PPAH Dharma Dwipa; d.) *P. Polymyxa* PPAH Shinta Tani.

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian dibawah sinar UV untuk isolat *P. fluorescens* dengan menggunakan media selektif King's B. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa isolat dari kedua PPAH tidak dapat berpendar

dibawah sinar UV. Hal ini membuktikan bahwa isolat tersebut bukan termasuk *P. fluorescens* melainkan bakteri jenis *Pseudomonas* sp. yang dapat tumbuh di media King's B. Dari hasil pengujian ini maka tidak dilakukan pengujian selanjutnya dikarenakan jenis bakteri tidak sesuai dengan karakterisasi bakteri *P. fluorescens*.



Gambar 12. Pengujian *P. fluorescens* pada media King's B dibawah sinar UV. a.) Kenampakan koloni *P. fluorescens* PPAH Rukun Tani; b.) Kenampakan koloni *P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa.

Sedangkan pengujian lanjutan untuk isolat *P. polymyxa* pada kedua PPAH yaitu pewarnaan spora tidak dilakukan pengujian karena dari hasil uji KOH dan pewarnaan gram kedua PPAH tidak sesuai. Sehingga dapat dikatakan bahwa isolat *P. polymyxa* pada PPAH Dharma Dwipa dan PPAH Shinta Tani tidak sesuai dengan label kemasan.

#### 4.1.1.4 Identifikasi Kontaminasi Produk Agens Hayati terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp.

Pengujian kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. dilakukan untuk memberikan informasi terkait adanya kontaminasi bakteri patogen manusia. Tahapan pengujian dilakukan dengan menumbuhkan semua isolat dari keempat PPAH pada media selektif bakteri *E. coli* dan *Salmonella* sp. Atau biasa disebut dengan media MacConkey. Selanjutnya, media yang sudah ditanam isolat kemudian diinkubasi di dalam oven dengan suhu 37°C selama 1x24 jam kemudian setelah itu amati koloni yang tumbuh pada media MAC. Ciri-ciri bakteri *E. coli* yaitu terdapatnya koloni berukuran besar dan berwarna merah, sedangkan ciri-ciri bakteri *Salmonella* sp. yaitu terdapatnya koloni berukuran sedang dan terdapat zona bening pada bagian utama koloni. Berikut hasil pengujian dan identifikasi kontaminasi produk agens hayati terhadap bakteri *E. coli* dan *Salmonella* sp. (Tabel 27)

Tabel 27. Hasil Pengujian dan Identifikasi Kontaminasi Produk Agens Hayati terhadap Bakteri *E. coli* dan *Salmonella* sp.

Nama PPAH	Jenis Produk	Kontaminasi <i>E. coli</i>	Kontaminasi <i>Salmonella</i> sp.	Kerapatan (1x10 <sup>1</sup> )
Shinta Tani	<i>P. polymyxa</i>	-	-	-
Dharma Dwipa	<i>P. polymyxa</i>	-	-	-
	<i>P. fluorescens</i>	+	+	0,4 ; 0,4
Rukun Tani	<i>P. fluorescens</i>	-	-	-
	<i>T. harzianum</i>	+	+	0,6 ; 1,8
Mawar	<i>Metarhizium</i> sp.	-	-	-

Keterangan: (+) Terdapat kontaminasi, (-) Tidak terdapat kontaminasi

#### 4.1.1.5 Analisis Penggunaan Produk Agens Hayati di Kalangan Petani

Penggunaan agens hayati di kalangan petani di Pamekasan diketahui melalui kegiatan wawancara terhadap petani pengguna agens hayati dari empat PPAH di Pamekasan, Jawa Timur. Jumlah keseluruhan petani responden dari empat PPAH di Pamekasan yaitu 40 petani pengguna agens hayati yang terdiri dari petani penggarap dan petani pemilik dan penggarap yang memiliki luas lahan serta komoditas yang rata-rata sama yaitu padi. Identitas petani pengguna agens hayati (Tabel 28).

Tabel 28. Identitas Petani Pengguna Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan

Identitas Petani	Jumlah Petani Responden
Usia	
a. <50 tahun	25
b. >50 tahun	13
c. 50 tahun	2
Status petani	
a. Petani penggarap	12
b. Petani pemilik	
c. Petani penggarap dan pemilik	28
Total luas lahan	
a. <0,5 Ha	28
b. >0,5 Ha	2
c. 0,5 Ha	10
Komoditas	
a. Tanaman pangan	40
b. Tanaman hortikultura	
c. Tanaman pangan dan hortikultura	
Keikutsertaan dalam SLPHT	
a. Sudah pernah mengikuti SLPHT	32
b. Belum pernah mengikuti SLPHT	8

Petani pengguna agens hayati dari empat PPAH di Pamekasan, sebagian besar berumur <50 tahun dengan rata-rata status petani yaitu sebagai petani penggarap dan pemilik. Total luas lahan petani pengguna agens hayati dari 40

petani, 28 petani pengguna agens hayati memiliki total luas lahan <0,5 Ha. Petani pengguna agens hayati keseluruhan membudidayakan tanaman pangan yaitu padi dan jagung serta tanaman perkebunan yaitu tembakau. Terkait keikutsertaan dalam SLPHT yaitu 32 petani pengguna agens hayati sudah pernah mengikuti SLPHT.

Petani pengguna agens hayati dari empat PPAH di Pamekasan mulai mengenal dan menggunakan agens hayati dari Ketua kelompok tani, Kelompok tani, POPT, Petugas LPHPTPH Pamekasan, Penyuluh pertanian atau dari semenjak mengikuti SLPHT dan PPAH. Penggunaan agens hayati antar petani pengguna terdapat perbedaan, perbedaan penggunaan agens hayati dilihat dari jenis agens hayati yang digunakan, dosis aplikasi, jumlah aplikasi dalam satu musim tanam, cara aplikasi dan beberapa indikator lainnya. Hasil wawancara petani terkait dengan penggunaan agens hayati (Tabel 29).

Tabel 29. Penggunaan Agens Hayati oleh Petani Pengguna Agens Hayati dari Empat PPAH di Pamekasan

Penggunaan Agens Hayati	Jumlah Petani Responden	Persentase (%)
Jenis agens hayati yang digunakan		
a. <i>Paenibacillus polymyxa</i>	14	23,3
b. <i>Trichoderma</i> sp.	13	21,7
c. <i>Beuveria bassiana</i>	6	10
d. PGPR	17	28,3
e. <i>Pseudomonas fluorescens</i>	10	16,7
Jumlah aplikasi agens hayati dalam satu musim tanam		
a. <5 kali	32	80
b. >5 kali	5	12,5
c. 5 kali	3	7,5
d. Sesuai kondisi di lahan	0	0
Waktu aplikasi aplikasi agens hayati		
a. Pagi hari	9	22,5
b. Sore hari	21	52,5
c. Pagi dan sore hari	10	25
Cara aplikasi agens hayati		
a. Disemprot	40	100
b. Cara aplikasi lain selain disemprot		
Air yang digunakan untuk campuran agens hayati		
a. Air sumur	38	95
b. Air sungai	2	5
Pelaksanaan monitoring selama penggunaan agens hayati		
a. Melaksanakan monitoring	36	90
b. Tidak melaksanakan monitoring	4	10

Petani pengguna agens hayati menyimpan produk agens hayati di ruangan tertutup tanpa sinar matahari, tempat yang lembab, di kulkas dan di kamar mandi. Petani pengguna agens hayati sebagian besar tidak menggunakan

produk yang sudah kadaluarsa dan kemasan produk mengembung, selain karena sudah tertera dikemasan terkait tanggal kadaluarsanya juga karena petani pengguna sudah dihimbau dan diberikan informasi oleh PPAH, hal tersebut didapatkan dari jumlah petani yang tidak menggunakan produk jika kadaluarsa yaitu 32 orang, jumlah petani yang tidak menggunakan jika kemasan mengembung yaitu 31 orang, untuk petani yang tetap memakai produk jika sudah kadaluarsa yaitu 8 orang, dan yang memakai produk jika kemasan mengembung yaitu 9 orang, alasan petani yang tetap memakai adalah karena supaya irit dan mubadzir jika tidak dipakai. Petani mendapatkan produk agens hayati dari PPAH atau kelompok tani dengan cara membeli dan gratis.

Jenis agens hayati yang paling dominan digunakan oleh petani pengguna agens hayati dari empat PPAH di Pamekasan adalah PGPR yaitu sebesar 28,3%. Sebagian besar petani menggunakan PGPR untuk mengendalikan penyakit blas pada tanaman padi. Petani pengguna agens hayati di Pamekasan rata-rata mengaplikasikan agens hayati pada awal dan pertengahan tanam. Petani pengguna agens hayati di Pamekasan sebesar 80% mengaplikasikan agens hayati sebanyak <5 kali dalam satu kali musim tanam.

Waktu pengaplikasian agens hayati yang diterapkan oleh petani pengguna agens hayati dari empat PPAH di Pamekasan pada umumnya mengaplikasikan agens hayati pada sore hari yaitu sebesar 52,5%. Namun ada beberapa petani juga mengaplikasikan agens hayati pada pagi hari atau pagi dan sore, karena dari keempat PPAH terdapat perbedaan waktu pengaplikasian, ada yang menyarankan pengaplikasian pada pagi hari sebelum jam 09.00 WIB, sore hari setelah jam 15.00 WIB dan diaplikasikan pada pagi dan sore hari.

Petani pengguna agens hayati di Pamekasan secara keseluruhan mengaplikasikan agens hayati dengan cara di semprot. Petani pengguna agens hayati di Pamekasan menggunakan tangki *sprayer* sebagai alat pengaplikasian agens hayati dengan ukuran 12, 14 dan 16 liter.

Petani pengguna agens hayati di Pamekasan menggunakan dua jenis air yang digunakan oleh petani sebagai campuran agens hayati yaitu air sumur dan air sungai. Terdapat 95% petani pengguna agens hayati di Pamekasan yang menggunakan air sumur sebagai campuran agens hayati. Untuk jumlah air yang dicampur dengan agens hayati menyesuaikan dengan ukuran tangki *sprayer* yang digunakan oleh petani pengguna agens hayati.

Petani pengguna agens hayati di Pamekasan rata-rata melakukan monitoring selama penggunaan agens hayati, dari total 40 petani pengguna agens hayati di Pamekasan 90% atau 36 orang melakukan monitoring setiap 1 minggu sekali. Tujuan dari monitoring ini yaitu mengetahui pengaruh dari penggunaan agens hayati pada pertumbuhan tanaman yang dibudidayakan petani pengguna agens hayati.

### Dosis Aplikasi Agens Hayati dalam Satu Kali Aplikasi

Dosis Aplikasi yang dilakukan oleh petani pengguna agens hayati dalam satu kali aplikasi terdapat perbedaan dari keempat PPAH, hal itu disebabkan karena adanya perbedaan dalam ukuran tangki yang dipakai, jumlah air dan jumlah agens hayati yang ditambahkan. Dosis, konsentrasi dan volume semprot agens hayati dalam satu kali aplikasi (Tabel 30).

Tabel 30. Dosis, Konsentrasi dan Volume Semprot Agens Hayati dalam Satu Kali Aplikasi

Penggunaan Agens Hayati dalam Satu Kali Aplikasi	Jumlah Petani Responden				Jumlah	Persentase (%)
	Ukuran Tangki yang Digunakan Petani (Liter)					
	12	14	16	17	18	
Dosis (ml/ha)						
a. <5000	5	24	-	-	-	29
b. >5000	5	5	1	-	-	11
Konsentrasi (ml/l)						
a. <10	-	4	-	-	-	4
b. >10	10	25	1	-	-	36
Volume Semprot (l/ha)						
a. <500	9	29	-	-	-	38
b. >500	1	-	1	-	-	2

Keterangan: (-) Pada ukuran tangki tersebut tidak ada petani yang menggunakan dosis, konsentrasi atau volume semprot sesuai kategori yang ditetapkan

Sebanyak 72,5% petani pengguna agens hayati di Pamekasan mengaplikasikan agens hayati dengan dosis <5000 ml/ha. Selanjutnya untuk konsentrasi yaitu 90% petani pengguna agens hayati mengaplikasikan agens hayati dengan konsentrasi >10 ml/l dan 95% petani pengguna agens hayati mengaplikasikan agens hayati dengan volume semprot <500 l/ha.

### Pemberian Input Bahan Ke Tanah dan Tanaman selama Penggunaan Agens Hayati

Petani pengguna agens hayati di Pamekasan masih terdapat beberapa petani yang mengaplikasikan pestisida sintetik selama pemanfaatan agens

hayati. Selain itu, selama penggunaan agens hayati petani pengguna juga memberikan tambahan bahan organik dan pengapuran pada tanah. Berikut tabel pemberian input bahan ke tanah dan tanaman selama penggunaan agens hayati (Tabel 31).

Tabel 31. Pemberian Input Bahan ke Tanah dan Tanaman selama Penggunaan Agens Hayati

Pemberian Input Bahan ke Tanah dan Tanaman selama Penggunaan Agens Hayati	Jumlah Petani Responden	Persentase (%)	Ket. (Ton/Ha), (Liter/Ha)
Penggunaan pestisida sintetik selama penggunaan agens hayati			
a. Masih menggunakan pestisida sintetik	23	57,5	0,12
b. Tidak menggunakan pestisida sintetik	17	42,5	-
Penambahan bahan organik pada tanah selama penggunaan agens hayati			
a. Melakukan penambahan bahan organik	36	90	0,66
b. Tidak melakukan penambahan bahan organik	4	10	-
Pengapuran pada tanah selama penggunaan agens hayati			
a. Melakukan pengapuran	14	35	0,41
b. Tidak melakukan pengapuran	26	65	-

**Penggunaan Pestisida Sintetik**

Sebanyak 40 petani pengguna agens hayati yaitu 57,5% petani masih menggunakan pestisida sintetik. alasan petani masih menggunakan pestisida sintetik yaitu ketika terjadi peledakan serangan hama dan penyakit pada tanaman budidaya petani pengguna agens hayati. Penggunaan pestisida sintetik diaplikasikan secara tidak menentu tergantung kebutuhan petani.

Petani pengguna agens hayati yang menggunakan pestisida sintetik sebanyak 23 orang, antar petani pengguna juga berbeda terkait dosis, konsentrasi dan volume semprot dalam pengaplikasian pestisida sintetik. Berikut tabel dosis, konsentrasi dan volume semprot pestisida sintetik yang digunakan petani (Tabel 32).

Tabel 32. Dosis, Konsentrasi dan Volume Semprot Pestisida Sintetik dalam Satu Kali Aplikasi

Penggunaan Pestisida Sintetik dalam Satu Kali Aplikasi	Jumlah Petani Responden					Jumlah	Persentase (%)
	Ukuran Tangki yang Digunakan Petani (Liter)						
	12	14	16	17	18		
Dosis (ml/Ha)							
c. <500	-	22	1	-	-	23	100
d. >500	-	-	-	-	-	-	0



Lanjutan Tabel 32

Konsentrasi (ml/l)							
c. <1	-	6	1	-	-	7	30,4
d. >1	-	16	-	-	-	16	69,6
Volume Semprot (l/Ha)							
c. <500	-	22	-	-	-	22	95,7
d. >500	-	-	1	-	-	1	4,3

Keterangan: (-) Pada ukuran tangki tersebut tidak ada petani yang menggunakan dosis, konsentrasi atau volume semprot sesuai kategori yang ditetapkan

Jenis pestisida sintetik yang digunakan oleh 23 petani pengguna agens hayati berbagai macam, diantaranya yaitu drusban, furadan, lannate, avidor, roundup, regent, capture yang rata-rata digunakan untuk mengendalikan peledakan hama dan rumput liar yang mengganggu tanaman budidaya.

#### **Penambahan Bahan Organik pada Tanah**

Petani pengguna selama penggunaan agens hayati melakukan penambahan bahan organik pada tanah. Bahan organik yang digunakan oleh petani pengguna agens hayati di Pamekasan yaitu, pupuk kandang, petroganik, dan bokasi. Penambahan bahan organik biasanya dilakukan sebanyak 1-2 kali dan satu musim tanam.

#### **Pengapuran pada Tanah**

Sebanyak 40 petani pengguna agens hayati di Pamekasan 65% petani pengguna tidak melakukan pengapuran pada tanah, dan 35% petani pengguna melakukan pengapuran. Pengapuran biasanya dilakukan pada saat sebelum pengolahan tanah. Pada umumnya setelah melakukan pengapuran, petani mendiamkan tanah selama kurang lebih 1 minggu. Untuk jenis kapur yang diberikan oleh petani di Pamekasan yaitu kapur dolomit.

Berdasarkan hasil wawancara bersama petani, dapat disimpulkan bahwa output dari penggunaan agens hayati yaitu dapat mengurangi serangan hama dan penyakit dan dapat meningkatkan hasil produksi terutama pada komoditas unggulan petani di Pamekasan yaitu padi dan jagung. Petani pengguna agens hayati di Pamekasan masih belum bisa sepenuhnya beralih pada agens hayati, karena terbukti dari total 40 petani pengguna agens hayati 57,5% yaitu 23 petani pengguna agens hayati masih mengaplikasikan pestisida sintetik dalam kegiatan budidaya.

#### 4.1 Pembahasan

Program Pengembangan Agens Hayati dan Pemberdayaan yang dilakukan LPHTPH Pamekasan terhadap PPAH binaannya termasuk kategori sangat baik karena LPHTPH Pamekasan rutin memberikan bimbingan kepada PPAH, Dimana bimbingan tersebut berupa Pelatihan dan praktek secara langsung. Selain itu LPHTPH Pamekasan juga menjalankan tugasnya sebagai penyedia isolat, pelayanan uji mutu produk agens hayati termasuk kategori baik. Menurut Susetyo (2018) LPHP sebagai institusi terdepan perlindungan tanaman mempunyai peranan yang sangat penting dalam keberhasilan kegiatan pengamanan produksi hortikultura. Peran LPHP tidak hanya sebagai institusi / wadah bagi petugas Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT) dan pembinaan terhadap kelembagaan PHT di tingkat lapangan, tetapi juga sebagai institusi yang dituntut untuk mengembangkan teknologi terapan di bidang perlindungan tanaman berbasis PHT.

Penilaian Kualitas yang dilakukan oleh empat PPAH di Pamekasan (PPAH Dharma Dwipa, PPAH Shinta Tani, PPAH Mawar, dan PPAH Rukun Tani) mulai dari indikator penilaian kondisi tempat produksi, kondisi alat untuk produksi agens hayati, dan proses produksi agens hayati hanya PPAH Mawar yang termasuk dalam kategori baik yaitu dengan nilai 63,08 karena sudah tersedia bangunan khusus untuk produksi yang tidak bergabung dengan bangunan lain dan alat-alat yang digunakan oleh PPAH Mawar lengkap dalam mendukung kegiatan produksi agens hayati dibandingkan PPAH lainnya. Hal itu dikarenakan karena adanya bantuan dari berbagai pihak selain dari LPHTPH Pamekasan. Susetyo (2018) mengungkapkan setidaknya anggaran dana yang diperlukan untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan dapat diperoleh dari beberapa sumber seperti pemerintah (Pusat, Provinsi, Kabupaten/Kota), Swadana dari PPAH dan pihak swasta dan sumber dana yang tidak mengikat.

kualitas agens hayati keempat PPAH memiliki nilai sama yaitu 73,33 dengan kategori baik karena pada dasarnya pelaksanaan uji mutu agens hayati, rentan waktu pengiriman produk untuk dilakukan uji mutu memperoleh nilai 100 karena hal itu rutin dilakukan oleh keempat PPAH di Pamekasan. Namun untuk penyimpanan arsip produk keempat PPAH mendapatkan nilai 20 karena pada saat wawancara hanya menyampaikan telah Menyimpan arsip setiap kali produksi (Namun saat wawancara tidak ditunjukkan bukti fisiknya). Menurut

Susetyo (2018) Isolasi adalah proses pemurnian untuk memperoleh agens hayati yang diinginkan, isolasi harus dilakukan oleh LPHP/BBPOPT Jatisari, atau Perguruan Tinggi. Setelah diperoleh biakan murni, kemudian dilakukan perbanyakan isolat. Isolasi dapat dilaksanakan dengan berbagai metode sesuai dengan jenis dan sifat mikroorganismenya. Perbanyakan agens hayati dilakukan oleh PPAH atau LPHP, hasil perbanyakan agens hayati oleh PPAH perlu dilakukan uji mutu antara lain mencakup kerapatan spora/koloni, viabilitas dan patogenesitas yang dilakukan oleh LPHP, BBPOPT, atau Perguruan Tinggi.

Kualitas produk agens hayati jamur yang dilakukan yaitu menguji kesesuaian kandungan produk agens hayati dengan label pada kemasan produk. Dari dua produk agens hayati jamur dari dua PPAH (PPAH Mawar; *Metarhizium* sp., PPAH Rukun Tani; *T. harzianum*) setelah diidentifikasi kenampakan mikroskopis dan makroskopisnya sesuai dengan label kemasan produk. Pada masa inkubasi 1-7 hari media PDA tumbuh koloni berwarna putih, dan pada umur 7-14 hari mengalami perubahan pada bagian tengah yaitu berwarna hijau gelap. Secara mikroskopis *Metarhizium* sp. memiliki konidia berbentuk lonjong atau silinder, konidiofor bercabang dan tunggal, serta fialid terdapat pada cabang konidiofor. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang disampaikan oleh Watanabe (2002) dan Prayogo (2005) yaitu Karakteristik cendawan *Metarhizium* sp. secara mikroskopis dibuktikan dengan adanya Konidiofor cendawan tersusun tegak, berlapis, dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia, sedangkan bentuk dari konidia cendawan bersel satu berwarna hialin, dan berbentuk bulat silinder.

Sedangkan untuk kenampakan Makroskopis *T. harzianum* pada masa inkubasi 1-7 hari tumbuh koloni berbentuk bulat berwarna hijau tua. Untuk mikroskopisnya konidia berbentuk bulat berwarna hijau, konidiofor tegak vertikal dan bercabang, fialid pendek dan tebal yang terletak pada ujung cabang konidiofor. Sesuai dengan pernyataan dari Watanabe (2002) dan Domsch *et al.* (1980) memiliki bentuk konidiofor tegak, bercabang yang tersusun vertikal. Fialid pendek dan tebal. Konidia hijau dan berbentuk oval. Koloni pada media PDA berwarna hijau tua dan berbentuk bulat. Diameter koloni mencapai lebih dari 9 cm dalam waktu 5 hari. Karakter dari isolat tersebut menunjukkan karakteristik *T. harzianum*.

Untuk hasil pengujian kerapatan spora *Metarhizium* sp. milik PPAH Rukun Tani yaitu  $5,05 \times 10^7$  dan untuk hasil kerapatan spora *T. harzianum* milik

PPAH Mawar  $9,80 \times 10^7$  dari kedua hasil kerapatan tersebut menunjukkan bahwa yang sesuai dengan standar kerapatan spora agens hayati yaitu *T. harzianum*. Sedangkan kerapatan *Metharizium* sp. hampir mendekati. Menurut Syahnen *et al.* (2014) *Trichoderma/Gliocladium* yang siap diaplikasikan minimal  $1 \times 10^6$  spora/ml sedangkan untuk *Beauveria/Metarhizium* minimal  $1 \times 10^8$  spora/ml. Namun terdapat pernyataan dari Effendi (2001) yang berpendapat bahwa pada kerapan  $10^7$  agens hayati sudah mampu mengendalikan serangga hama jenis Lepidoptera. Namun hasil pengujian tersebut tetap tidak sesuai dengan informasi di kemasan produk karena pada kedua PPAH tersebut tidak mencantumkan informasi kerapatan spora dikarenakan menurut pemilik PPAH mengatakan bahwa tidak terlalu dibutuhkan informasi mengenai kerapatan, yang terpenting adalah semakin rapat maka agens hayati semakin bagus digunakan.

Hasil pengujian viabilitas spora *Metarhizium* sp. memiliki viabilitas sebesar 56% dan *T. harzianum* memiliki viabilitas 45%, informasi viabilitas spora tidak dicantumkan dalam label kemasan produk. Menurut Ramli (2004), bahwa perkecambah konidia dikategorikan baik apabila perkecambahannya berkisar antara 85-100%, sedang apabila perkecambahannya berkisar antara 70-85%, dan kurang apabila perkecambahannya berkisar antara 55-75%.

Kualitas produk agens hayati bakteri yang dilakukan yaitu uji kesesuaian kandungan produk agens hayati dengan label kemasan produk dengan menggunakan media selektif. Pada empat sampel produk terdapat dua jenis bakteri yaitu, *P. polymyxa* PPAH Shinta Tani dan PPAH Dharma Dwipa pada media NA dan *P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa dan PPAH Rukun Tani dengan menggunakan media King's B. hasil menunjukkan pada inkubasi 24-48 jam keempat sampel mengalami pertumbuhan. Setelah itu dilakukannya purifikasi bakteri untuk mendapatkan koloni tunggal bakteri agar dapat diuji ke tahap selanjutnya. Setelah dikarakterisasi dari hasil penumbuhan koloni tunggal bakteri didapatkan bahwa kedua bakteri *P. polymyxa* PPAH Shinta Tani dan PPAH Dharma Dwipa tidak sesuai dengan label dan kandungan produk PPAH hal itu dikarenakan pada pengujian KOH dan pengujian pewarnaan gram tidak sesuai dengan karakterisasi fisiologi dan biokimia bakteri jenis *P. polymyxa* hasil uji gram dan uji KOH semuanya bereaksi negatif (-). Berbanding terbalik dengan pernyataan Sheela & Usharani (2013) yang berpendapat bahwa *P. polymyxa* merupakan bakteri tanah yang dapat menjadi bakteri antagonis dan secara

morfologis dapat dikenali dari bentuk elevasi pertumbuhan koloni cembung dan berlendir. Sel bakteri berbentuk batang dengan sifat gam positif, memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam glukosa, mannitol, arabinose, xylose dan dapat tumbuh pada pH 5.7 dan saat pengaplikasian bakteri *P. polymyxa* pada benih maupun di tanah menyebabkan bakteri *P. polymyxa* berada disekitar rizosfer sehingga dapat melindungi tanaman dari patogen lain, bahkan dapat memacu pertumbuhan tanaman.

*P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa dan PPAH Rukun Tani setelah dikarakterisasi fisiologi dan biokimia bakteri juga tidak sesuai yaitu semuanya bereaksi positif (+). Selain itu pada uji dibawah sinar UV juga tidak berpendar. Menurut Duijff *et al.* (1993) menjelaskan bahwa *Pseudomonas fluorescens* adalah sekelompok bakteri gram negatif yang bersifat aerob yang memanfaatkan oksigen sebagai penerima elektron. Beberapa spesies juga menggunakan nitrat sebagai alternatif penerima elektron dalam respirasi anaerobik, dan karena itu dapat tumbuh dengan anaerobik. Bakteri ini berbentuk batang lurus atau lengkung, ukuran tiap sel bakteri 0,5 x 1-4 $\mu$ m. *Pseudomonas* adalah kelompok bakteri yang banyak dipelajari sebagai agensia pengendali hayati. Bakteri tersebut memiliki kombinasi mekanisme pengendalian hayati yang efektif. *Pseudomonas* menghasilkan beberapa metabolit sekunder dengan aktivitas antimikroba terhadap bakteri lain dan cendawan. Selain itu, bakteri ini menghasilkan siderofor yang mampu menghambat pertumbuhan patogen dengan membatasi penggunaan zat besi yang tersedia di dalam tanah (Duffy and Defago, 1999).

Pada pengujian dan identifikasi kontaminasi produk agens hayati terhadap bakteri *E. coli* dan *Salmonella* sp. didapatkan bahwa 2 produk terkontaminasi *E. coli* dan *Salmonella* sp. yaitu produk *P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa dan produk *T. harzianum* PPAH Rukun Tani. Dengan kerapatan sebagai berikut; *P. fluorescens* PPAH Dharma Dwipa sebesar 0,4 x10<sup>1</sup> kontaminasi *E. coli* dan *Salmonella* sp. sedangkan untuk kerapatan *T. Harzianum* PPAH Rukun Tani sebesar 0,6x10<sup>1</sup> untuk kontaminasi *E. coli* dan 1,8x10<sup>1</sup> untuk kontaminasi *Salmonella* sp. Menurut Permentan (2011) tentang pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah, standar mutu untuk pupuk hayati tunggal dan majemuk, mikroba *E. coli* dan *Salmonella* sp. maksimum 10<sup>3</sup>. Meskipun demikian, kedua jenis bakteri kontaminan ini sangat tidak baik apabila

menyerang manusia karena dapat mengakibatkan demam disertai diare yang berkelanjutan. Menurut Chusniati *dkk* (2009) Bakteri yang dapat mencemari lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan manusia adalah *Salmonella* sp., dan *E. coli*. Selain menyebabkan diare, *E. coli* juga dapat menyebabkan infeksi saluran kemih, sepsis dan meningitis (Hardani, 2003). Mikroba ini dapat tumbuh dan berkembang melalui pori-pori yang terdapat pada kulit, melalui air, udara, maupun kotoran ayam dan kotoran hewan ternak (Haryoto, 1993). *E. coli* merupakan bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran yang tidak baik (Haryoto, 2010).

Dari hasil analisis penggunaan produk agens hayati di kalangan petani. 25 petani berumur <50 tahun dengan komoditas tanaman pangan yaitu padi dan jagung, petani mengenal agens hayati dari ketua kelompok tani, kelompok tani, POPT, Petugas LPHPTPH, Penyuluh Pertanian dan di Pamekasan terdapat 32 petani yang sudah pernah mengikuti SLPHT. Hal ini membuktikan bahwa penerapan dan pemasyarakatan sistem PHT yang telah dikembangkan sejak awal tahun 1990, SLPHT telah melahirkan petani alumni SLPHT yang memiliki komitmen yang sama dalam pengembangan PHT. Alumni SLPHT di beberapa daerah telah mampu menyiapkan, memperbanyak, menerapkan, mengembangkan dan menyebarluaskan sarana produksi ramah lingkungan yang mendukung penerapan prinsip-prinsip PHT (Susetyo, 2018).

Untuk pemberian input bahan ke tanah dan tanaman selama penggunaan agens hayati 57,5% masih menggunakan pestisida sintetik dengan dosis 0,12 liter/Ha, 90% melakukan penambahan bahan organik pada tanah sebanyak 0,66 ton/Ha, dan melakukan pengapuran sebesar 35% dengan dosis 0,41 ton/Ha. Hal ini disebabkan karena penggunaan agens hayati menurut Marianah (2017), sulit diprediksi hasilnya, karena perkembangbiakan agens hayati setelah diaplikasikan sangat tergantung dengan ekosistem.

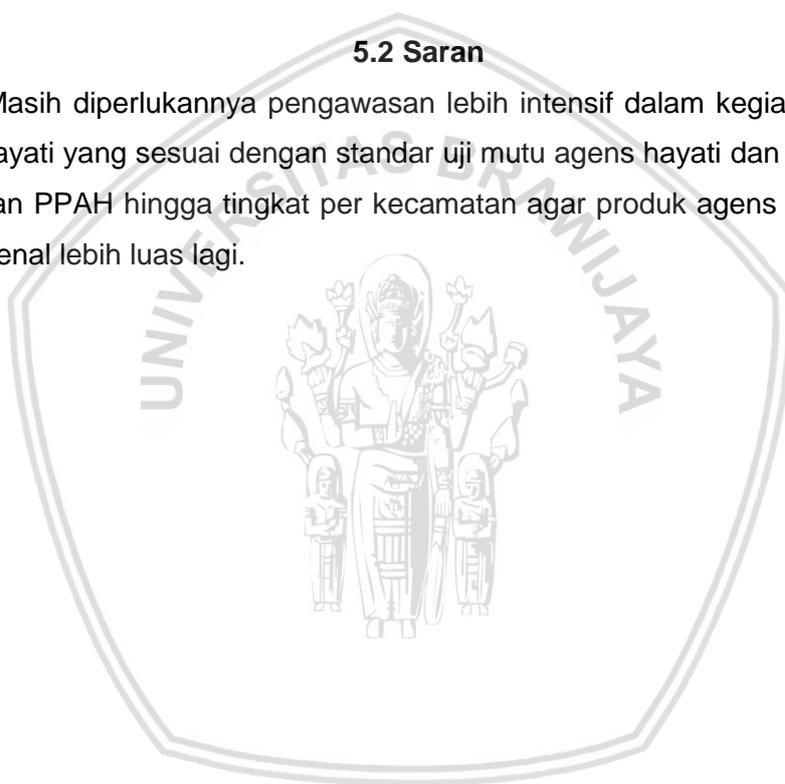
## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian kualitas produk agens hayati yang diproduksi oleh empat PPAH di wilayah LPHTPH Pamekasan memiliki nilai sama yaitu 73,33 dengan kategori baik. Hanya dua agens hayati jenis jamur yang sesuai dengan label kemasan produk. Adanya kontaminasi bakteri patogen manusia yaitu *E. Coli* dan *Salmonella* sp. pada dua jenis produk dari dua PPAH dengan masing masing kerapatan  $10^1$ .

### 5.2 Saran

Masih diperlukannya pengawasan lebih intensif dalam kegiatan produksi agens hayati yang sesuai dengan standar uji mutu agens hayati dan memperluas jangkauan PPAH hingga tingkat per kecamatan agar produk agens hayati dapat lebih dikenal lebih luas lagi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, A.T. 2016. Media MacConkey Agar. (Online). Diunduh dari <https://medlab.id/media-macconkey-agar/>. Pada Tanggal 13 November 2017.
- Barnett, H.L., Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi Fourth Edition. Minneapolis: Burgess Publishing Company
- Chouhan, S. 2015. Enumeration and Identification of Standard Plate Count Bacteria in Raw Water Supplies. *Jurnal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 9(2): 67-73.
- Chusniati, S., Budiono, R.N., Kurnijasanti, R. 2009. Deteksi *Salmonella* sp pada telur ayam buras yang dijual sebagai campuran jamu di Kecamatan Sidoarjo. *J of Poultry Diseases* 2(1):20-23.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2015. Laporan Kinerja Tahun 2014. Jakarta: Kementrian Pertanian, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Direktorat Jenderal Perlindungan Tanaman Pangan.
- Duffy, B.K., Defago, G. 1999. Environmental Factor Modulating Antibiotic And Siderophore Biosynthesis by *Pseudomonas fluorescens* Biocontrol Strain. *Appl. Environ. Microbiol.* 65: 2429-2438.
- Duijff, B.J., Meijer, J.W., Bakker, P.A.H.M., Schippers, B. 1993. Siderophore mediate competition for iron and induced resistance in the suppression of Fusarium wilt of carnation by fluorescent *Pseudomonas* spp. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 99:277-289.
- FAO. 1988. Guidelines for the Registration of Biological Pest Control Agents. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 7.
- FAO. 1997. Code of conduct for the import and release of exotic biological control agents. *Biocontrol News and Information* 18(4): 119N-124N.
- Gabriel, B.P., Riyanto. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Ghikas, D.V., Kouvelis, V.N., Typas, M.A. 2010. Phylogenetic and biogeographic implications inferred by mitochondrial intergenic region analyses and ITS1-5.8S-ITS2 of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *B. brongniartii*. *BMC Microbiol.* 10:174.
- Graham, J.H., Mitchel, D.J. 1998. Biological Control of Soilborne Plant Pathogens and Nematodes. In: Sylvia, D. M., J. J. Fuhrmann, P. G.

- Hartel and D. A. Zuberer. Principles and Applications of Soil Microbiology. Prentice-Hall Inc. New Jersey. 427-446.
- Hardani, R. 2003. Mewaspada Penanganan Telur Ayam. Jurnal Dimensi 5(2). ISTECS. Japan.
- Herlinda, S. Darmawan, K.A. Firmansyah. Adam, T. Irsan, C. dan Thalib, R. 2016. Bioesai Bioinsektisida *Beuveria bassiana* dari Sumatera Selatan terhadap Kutu Putih Pepaya, *Paracoccus marginatus* Williams & Granara De Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). Pusat Unggulan Riset Pengembangan Lahan Suboptimal Universitas Sriwijaya. Palembang. Jurnal Entomologi Indonesia. 9(2):81-87.
- Ikawati, B. 2016. *Beuveria bassiana* sebagai Alternatif Hayati dalam Pengendalian Nyamuk. Balai Litbang P2B2 Banjarnegara. Badan Litbang Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. Banjarnegara Jawa Tengah.
- Khoiroh, F., Isnawati, Faizah, U. 2014. Patogenisitas Cendawan Entomopatogen (*Lecanicillium lecanii*) sebagai Bioinsektisida untuk Pengendalian Hama Wereng Cokelat secara *In Vitro*. Universitas Negeri Surabaya. 3(2): 115-121.
- Kim, Y.S., Balaraju, K., Young, H.K., Yongho, J. 2016. Biological Characteristics of *Paenibacillus polymyxa* GBR-1 Involved in Root Rot of Stored Korean Ginseng. Journal of Ginseng Research. 40:453-461.
- Laengle, T.B., Pernfuss, Raffalt, J., Strasser, H. 2004. Risk Assessment of Fungal Biocontrol Agents Standards: Quality Control of Fungal Biological Control Agents. Austria: Institut fur Mikrobiologie, Leopold Franzens, University of Innsbruck.
- Maniscalco, D.P., M.D. de. Rienzo, Silva, L.T., Dorta, B.D. 2009. A Granular Formulation of *Nomuraea rileyi* Farlow (Samson) for the Control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Interciencia 34(2): 1-7.
- Marianah, L. 2017. Memperbanyak dan Mengaplikasikan Agensia Hayati. (Online). Diunduh dari <http://www.bppjambi.info/newspopup.asp?id=695>. Pada tanggal 10 November 2017.
- Melliawati, R. 2009. *Escherichia coli* dalam Kehidupan Manusia. Staff Peneliti Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI. Bio Trends. 4(1).
- Mihardjo, P.A. Majid, A. 2008. Pengendalian Penyakit Layu pada Pisang dengan Bakteri Antagonis *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis*. Jurnal Pengendalian Hayati (1): 26-23.
- Natawigena, H. 1990. Pengendalian Hama Terpadu. Bandung: Armico.

- Ooi, A. A. C. 1997. Understanding Insect Biodiversity: A Prerequisite for Effective IPM. Halaman 7-12. Prosiding Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V dan Simposium Entomologi, Bandung, 24-26 Juni 1997. Bandung: Perhimpunan Entomologi Indonesia dan Universitas Padjadjaran.
- PERMENTAN (Peraturan Menteri Pertanian). 1995. Pemasukan Agens Hayati ke dalam Wilayah Negara Republik Indonesia. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- PERMENTAN (Peraturan Menteri Pertanian). 2011. Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Prayogo, Y., Tengkan, W. 2004. Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Aplikasi *Metarhizium anisopliae* isolat Kendalpayak terhadap Tingkat Kematian *Spodoptera litura*. Universitas Semarang. Jurnal Ilmiah Sainteks 11(3): 233-243.
- Rahmat, P.S. 2009. Penelitian Kualitatif. Equilibrium. 5(9): 1-8.
- Ramli, N. 2004. Petunjuk Teknis pada Berbagai Kegiatan Laboratorium, Laboratorium Lapangan. Balai Pengembangan Proteksi Tanaman Perkebunan Sumatra Utara.
- Sastrosiswojo, S., Oka, I.N. 1997. Implementasi Pengelolaan Serangga secara Berkelanjutan. Prosiding Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V dan Simposium Entomologi, Bandung, 24-26 Juni 1997. Perhimpunan Entomologi Indonesia dan Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Schaad, N.W., Jones, J.B., Chun, W. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogen Bacteria 3<sup>rd</sup> Edition. St. Paul Minnesota: APS Press.
- Sheela, T., Usharani. 2013. Colonization Of Exopolysaccharide Producing *Paenibacillus polymyxa* On Maize ( *Zea mays* L.) Roots For Enhancing esistance Against Root Rot Disease. Department Of Microbiology Faculty Of Science Annamalai University, Chidambaram, Cuddalore District Tamil Nadu.
- Singarimbun, S.E., Effendi, S. 1985. Metode Penelitian Survei. Jakarta: LP3ES.
- Siregar, A.N., Ilyas, S., Fardiaz, D., Murniati, E., Wiyono, S. 2007. Penggunaan Agens Bio *Bacillus polymyxa* dan *Trichoderma harzianum* untuk Peningkatan Mutu Benih Cabai dan Pengendalian Penyakit Antraknosa. Jurnal Penyuluhan Pertanian. 2(2): 105-114.
- Soesanto, L.E., Mugiastuti, R.F., Rahayuniati, A., Manan. 2011. Uji Lapangan Formula Cair *Pseudomonas fluorescens* P60 Terhadap Layu Fusarium

pada Tanaman Tomat. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 17(2): 82-90.

- Stemhous, E. 1963. *Insect Pathology Advanced Troakse*. New York: Academic Press.
- Subyakto. 2000. *OPT Kapas dan Musuh Alami Kapas*. BALITTAS. Malang.
- Sukirno. 2017. *Pengendalian Hama secara Hayati*. (Online). Diunduh dari <http://pengendalianhayatihama.biologi.ugm.ac.id/2017/07/04/nematoda-entomopatogen/>. Pada tanggal 10 November 2017.
- Susetyo, H.P. 2018. *Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit (LPHP)*. Direktorat Perlindungan Hortikultura. (Online). Diunduh dari <http://hortikultura.pertanian.go.id/?p=2083>. Pada 20 Januari 2018.
- Susetyo, H.P. 2018. *Pos Pelayanan Agens Hayati*. Direktorat Perlindungan Hortikultura. (Online). Diunduh dari <http://hortikultura.pertanian.go.id/?p=1953>. Pada 25 April 2018.
- Suwahyono, Wahyudi. 2005. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Syahnen, D.D.N., Sirait, S.E. B., Pinem. 2014. *Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium*. (Online). Diunduh dari <http://ditjenbun.deptan.go.id/BBPPTPmed/>. Pada Tanggal 10 November 2017.
- Udiarto, B.K., Setiawati, W., Suryaningsih, E. 2005, *Pengenalan Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah dan Pengendaliannya, Panduan Teknis PTT Bawang Merah No. 2*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Untung, K. 2000. *Pelebagaan Konsep Pengendalian Hama Terpadu Indonesia*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 6(1): 1-8.
- Uruilal, C., Kalay, A.M., Kaya, E., Siregar, A. 2012. *Pemanfaatan Kompos Ela Sagu, Sekam dan Dedak Sebagai Media Perbanyakan Agens Hayati *Tricoderma harzianum* Rifai*. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. *Jurnal Agrologia*. 1(1): 21-30.
- Wagiman. 2014. *Pengendalian Hayati*. Laboratorium Pengendalian Hayati Fakultas Pertanian UGM.
- Wang, G., X. Chen, M. Xu. J. Jin, X. Liu. 2010. *Antifungal Peptide Produced by *Paenibacillus polymyxa* BRF-1 Isolated from Soybean Rhizosphere*. *American Journal of Microbiology Research*. 4(24): 2692-2698.

- Watanabe, T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species Second Edition. Washington, D.C: CRC Press.
- Whipps, J.M. 2001. Microbial Interactions and Biocontrol in The Rhizosphere. J. Exp. Bot. 52(90001): 487-511.
- WHO (*World Health Organization*). 2017. *Salmonella*. (Online). Diunduh dari <http://www.who.int/topics/salmonella/en/>. Pada Tanggal 10 November 2017.





Lampiran 1. Kuisisioner untuk LPHPTPH

KUISIONER UNTUK LPHPTPH

A. Identitas Narasumber

- 1. Nama :
- 2. Umur :
- 3. Jenis Kelamin :
- 4. Jabatan di LPHPTPH :

B. Profil Singkat LPHPTPH

- 1. Tahun berdiri LPHPTPH  
.....
- 2. Visi dan misi dari LPHPTPH  
.....
- 3. Struktur organisasi dari LPHPTPH  
.....
- 4. Kegiatan dari LPHPTPH  
.....
- 5. Apakah laboratorium di LPHPTPH juga sering dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian?  
.....
- 6. Apa saja peralatan laboratorium yang tersedia di LPHPTPH?  
.....
- 7. Apakah terdapat manual prosedur yang berkaitan dengan uji mutu agens hayati (perhitungan kerapatan dan viabilitas agens hayati) di LPHPTPH?  
.....
- 8. Apakah semua poin yang terdapat pada manual prosedur berjalan dengan baik?  
.....

C. Program LPHPTPH untuk PPAH

- 1. Apakah LPHPTPH mempunyai semua data PPAH binaannya? Apakah selalu di update data tersebut?  
.....
- 2. Apakah LPHPTPH pernah mengadakan pelatihan terhadap PPAH dalam produksi agens hayati?  
.....
- 3. Bagaimana jadwal pelaksanaan program pelatihan untuk PPAH tersebut?  
.....
- 4. Materi apa saja yang disampaikan dalam kegiatan pelatihan (adakah materi yang berkaitan dengan produksi dan pengemasan agens hayati)?  
.....
- 5. Apakah dalam kegiatan pelatihan diadakan kegiatan praktek langsung?



- .....
- 6. Apakah diadakan kegiatan pendampingan produksi agens hayati di PPAH?  
.....
- 7. Bagaimana jadwal pelaksanaan program pendampingan produksi agens hayati di PPAH?  
.....

**D. Penyediaan Isolat oleh LPHPTPH**

- 1. Apakah LPHPTPH menyediakan isolat untuk perbanyakkan agens hayati di PPAH? Apakakah senantiasa tersedia?  
.....
- 2. Dari mana asal isolat diperoleh? Dari eksplorasi sendiri atau mengambil dari laboratorium lain?  
.....
- 3. Apa saja jenis isolat yang disediakan oleh LPHPTPH?  
.....
- 4. Apakah dilakukan peremajaan (penularan kembali ke serangga) berkala terhadap isolat indukan?  
.....
- 5. Apakah peremajaan isolat indukan rutin dilakukan? Setiap berapa bulan atau tahun sekali peremajaan isolat indukan dilakukan?  
.....
- 6. Disimpan dalam bentuk apa isolat indukan tersebut (tabung reaksi atau petri)?  
.....
- 7. Berapa umur isolat indukan yang diberikan kepada PPAH? Berapa umur isolat paling lama yang diberikan?  
.....
- 8. Berapa kali PPAH mengambil isolat ke LPHPTPH?  
.....

**E. Kualitas Agens Hayati oleh LPHPTPH**

- 1. Apakah LPHPTPH melakukan uji mutu dan pemantauan cara produksi agens hayati yang diproduksi di PPAH? Apakah rutin dilakukan?  
.....
- 2. Apakah ada PPAH yang rutin mengirimkan sampel produk agens hayatinya ke LPHPTPH? Jika ada berapa PPAH?  
.....
- 3. Apakah tindakan yang dilakukan oleh LPHPTPH jika tidak ada PPAH yang mengirimkan sampel produk agens hayatinya ke LPHPTPH?  
.....
- 4. Bagaimana cara menghitung kerapatan dan viabilitas (jamur dan bakteri)?  
.....



**Lampiran 2. Kuisioner untuk PPAH (Pos Pelayanan Agens Hayati)**

**KUISIONER PPAH (POS PELAYANAN AGENS HAYATI)**

**A. Identitas Narasumber**

- Nama Narasumber :
- Posisi / Jabatan Struktural :
- Alamat :
- No. Telp :

**B. Profil Singkat PPAH**

1. Nama PPAH  
.....
2. Kelompok tani apa saja yang tergabung dalam PPAH ini?  
.....
3. Sejak kapan PPAH ini berdiri?  
.....
4. Berapa orang jumlah pengurus PPAH ini?  
.....
5. Bagaimana struktur organisasi dari PPAH ini? (jika ada print out, dokumentasikan)  
.....
6. Apa saja kegiatan rutin yang dilakukan oleh PPAH selain memproduksi agens hayati?  
.....
7. Apa saja kendala yang dihadapi oleh PPAH selama ini dalam menjalankan kegiatannya?  
.....
8. Apakah PPAH pernah mendapatkan bantuan untuk kegiatan produksi agens hayati?  
.....
9. Jika iya, dari mana bantuan tersebut dan dalam bentuk apa?  
.....

**C. Kondisi Tempat Perbanyakan (Laboratorium) Agens Hayati di PPAH**

1. Kondisi kebersihan tempat perbanyakan agens hayati  
.....
2. Kondisi kebersihan alat yang digunakan untuk perbanyakan agens hayati  
.....
3. Bagaimana kelayakan alat yang digunakan untuk perbanyakan agens hayati?  
.....



4. Apakah alat yang digunakan untuk perbanyakkan agens hayati telah lengkap? **(alat yang harus ada, aerator, KMnO4, filter, pembuangan gas, bunsen, cawan petri, jarum ose)**  
.....
5. Apakah ada jadwal piket diantara pengurus PPAH dalam membersihkan tempat perbanyakkan agens hayati?  
.....
6. Jika ada, apakah ada jadwal piket tersebut selama ini selalu dilakukan?  
.....
7. Ada atau tidak petugas khusus yang melakukan perbanyakkan?  
.....
8. Apakah PPAH mempunyai SOP laboratorium atau tata tertib dalam pemakaian alat? (dokumentasi jika ada)  
.....
9. Berapa luas laboratorium mini yang dimiliki PPAH?  
.....
10. Apakah terdapat ventilasi udara di lab. mini PPAH?  
.....
11. Gambar Lay out tempat produksi! **(apakah ada pemisahan ruang antara tempat penyimpanan bahan baku, pembuatan media, produksi, tempat penyimpanan, tempat cuci tangan atau toilet)**  
.....

**D. Produksi Agens Hayati di PPAH**

**Asal Isolat Indukan**

1. Darimana PPAH mendapatkan isolat indukan yang digunakan dalam perbanyakkan agens hayati?**(dari Lab, PPAH lain, atau lainnya)**  
.....
2. Bagaimana cara PPAH mendapatkan isolat indukan? (membeli atau gratis)  
.....
3. Jenis isolat apa saja yang diperoleh?  
.....
4. Berapa umur isolat indukan ketika diperoleh?  
.....
5. Untuk produksi selanjutnya, darimana isolat diperoleh?**(isolat awal, memperbanyak sendiri, mengambil dari lab lain)**  
.....

**Alat yang digunakan untuk perbanyakkan agens hayati**

1. Peralatan apa saja yang digunakan dalam kegiatan produksi agens hayati?  
.....
2. Bagaimana cara mensterilisasikan perlatan yang digunakan untuk perbanyakkan agens hayati?  
.....



**Proses Produksi Agens Hayati**

1. Dari mana PPAH memperoleh pengetahuan tentang proses produksi agens hayati?  
.....
2. Berapa rentang waktu PPAH dalam memproduksi agens hayati?(teratur atau sesuai pesanan)  
.....
3. Dalam sekali produksi berapa produk agens hayati yang dihasilkan oleh PPAH?  
.....
4. Apakah ada SOP atau tata tertib dalam memproduksi agens hayati?  
.....
5. Apakah ada SOP atau tata tertib ketika membuat media perbanyakan?  
.....
6. Apakah SOP yang ada tersebut sudah dijalankan dengan baik?  
.....
7. Bagaimana proses produksi agens hayati?(dari awal hingga agens hayati siap dikemas)  
.....
8. Media perbanyakan apa yang digunakan untuk perbanyakan jamur? Bakteri?  
.....
9. Media perbanyakan di produksi dalam bentuk apa? (**Padat, cair**)  
.....
10. Bagaimana proses pembuatan media perbanyakan agens hayati?  
.....

**Pengemasan dan Penyimpanan Produk**

1. Sebelum dilakukan pengemasan apakah dilakukan uji mutu (perhitungan viabilitas dan kerapatan) terlebih dahulu?  
.....  
Jika tidak, apakah langsung dikemas?  
.....
2. Kondisi kemasan agens hayati (bahan dan bentuk kemasan)  
.....
3. Berapa ukuran kemasan (ml) produk agens hayati?  
.....
4. Informasi apa yang ada dalam kemasan produk agens hayati? (kerapatan, cara pakai, tanggal kadaluarsa, jenis agens hayati, produsen)  
.....
5. Bagaimana penyimpanan produk agens hayati yang telah dikemas? Apakah ada ruang penyimpanan sendiri?  
.....

**E. Produk Agens Hayati yang Dihasilkan oleh PPAH**

1. Apa saja jenis produk unggulan agens hayati yang telah dihasilkan oleh PPAH?



- .....
- 2. Jenis produk agens hayati apa yang merupakan produk unggulan?

.....

**Distribusi dan Pemasaran Produk Agens Hayati**

- 1. Bagaimana cara distribusi dan pemasaran produk agens hayati?
- .....
- 2. Apakah PPAH pernah melakukan kegiatan promosi produk agens hayati ke petani-petani yang ada dalam kelompok tani?
- .....
- 3. Siapa saja pengguna produk agens hayati?
- .....
- 4. Berapa harga jual produk agens hayati untuk setiap satu kemasan?
- .....

**F. Kualitas yang Dilakukan oleh PPAH**

- 1. Apakah ada uji mutu (viabilitas dan kerapatan) yang dilakukan sendiri oleh PPAH?
- .....
- Jika iya, bagaimana cara perhitungan kerapatan dan viabilitas tersebut?
- .....
- 2. Jika tidak, selama perhitungan kerapatan dan viabilitas dilakukan dimana?(BTPH atau LPHTPH)
- .....
- 3. Berapa rentan waktu pengiriman produk yang akan diuji ke BTPH/LPHTPH?
- .....
- 4. Apakah PPAH menyimpan arsip produk dalam sekali produksi?
- .....

**G. Kegiatan Lain yang dilakukan oleh PPAH**

- 1. Apakah PPAH pernah melakukan diskusi bersama petani?
- .....
- 2. Apakah dalam diskusi tersebut membahas mengenai cara aplikasi agens hayati yang benar?
- .....
- 3. Bagaimana cara aplikasi agens hayati yang benar tersebut? (tidak menggunakan fungisida atau bakterisida, waktu aplikasi)
- .....
- 4. Pernahkah PPAH mengikuti pelatihan dari BTPH/LPHTPH mengenai produksi agens hayati?
- .....



Lampiran 3. Kuisisioner untuk Petani

Kuisisioner untuk Petani

A. Identitas Narasumber

Nama responden :
Jenis Kelamin : L / P Usia :
Alamat :
Luas lahan :
Lahan Garapan : Lahan Kepemilikan : Sendiri/Sewa
Jenis Komoditas :
Tergabung dengan PPAH :
Mengikuti SLPHT : Ya/ Tidak

B. Pengetahuan tentang Agens Hayati

- 1. Apa anda sudah mengetahui agens hayati?
2. Contoh agens hayati yang dikenal?
3. Sejak kapan anda mengenal agens hayati?
4. Dari mana anda mengenal agens hayati?

C. Penggunaan Agens Hayati

- 1. Apakah anda pernah menggunakan agens hayati?
2. Sejak kapan anda menggunakan agens hayati?
3. Apa saja jenis agens hayati yang digunakan?
4. Untuk mengendalikan apa agens hayati yang digunakan?
5. Kapan aplikasi agens hayati anda lakukan?(Pagi, Sore, Siang, Malam)
6. Berapa kali penggunaan agens hayati dalam satu musim tanam?
7. Kapan pengaplikasian agens hayati dalam satu musim tanam dilakukan?(awal tanam, dan lain-lain)
8. Bagaimana cara aplikasi agens hayati dilakukan?(disemprot, ditanam, dan lain-lain)
9. Bagaimana penyimpanan produk setelah digunakan?
10. Apakah produk yang kadaluarsa tetap digunakan?



11. Jika kemasan produk menggebung apakah masih tetap digunakan?  
.....

**D. Dosis dan Konsentrasi Agens Hayati**

1. Berapa dosis aplikasi agens hayati ?(tanyakan ukuran tangki, berapa liter air dan agens hayati)  
.....

2. Dalam satu kali aplikasi butuh berapa tangki?  
.....

**E. Asal Produk Agens Hayati**

1. Dari mana produk agens hayati anda peroleh?(PPAH, toko, dan lain-lain)  
.....

2. Berapa harga belinya? Tiap berapa liter?  
.....

3. Bagaimana ciri produk agens hayati tersebut?(warna, aroma, bentuk kemasan, tgl kadaluarsa)  
.....

**F. Alat dan Bahan yang digunakan selama Aplikasi Agens Hayati**

1. Dari mana air yang digunakan untuk campuran produk agens hayati?  
.....

2. Apa alat yang digunakan untuk aplikasi agens hayati?(sprayer, gembor, dan lain-lain)  
.....

3. Apakah alat yang digunakan ketika aplikasi agens hayati digunakan juga untuk aplikasi pestisida sintetik?  
.....

4. Jika iya, apakah sprayer atau tangki tersebut dicuci?  
.....

5. Jika iya, bagaimana cara mencucinya?  
.....

**G. Efektifitas Penggunaan Agens Hayati**

1. Dengan menggunakan agens hayati pengendalian OPT telah berhasil dilakukan atau tidak?  
.....

2. Apa contoh dari keberhasilan tersebut?



- .....
- 3. Apakah dari keberhasilan tersebut dilakukan monitoring selama budidaya?  
.....
- 4. Kapan monitoring dilakukan?  
.....
- 5. Jika sudah efektif, apakah penggunaan agens hayati akan terus dipakai?  
.....
- 6. Jika tidak, mengapa tidak dilanjutkan penggunaannya? **(apakah karena mahal, atau karena lain-lain)**  
.....

**H. Penggunaan Pestisida Sintetik selama Pemanfaatan Agens Hayati**

- 1. Apakah selama menggunakan agens hayati masih menggunakan pestisida sintetik (herbisida, fungisida, insektisida)?  
.....
- 2. Mengapa masih menggunakan pestisida sintetik?  
.....
- 3. Apa saja jenis yang digunakan?  
.....
- 4. Apakah selama aplikasi pestisida sintetik tersebut dicampur dengan pestisida sintetik lain atau dengan agens hayati?  
.....
- 5. **(Jika jawaban tidak dicampur dengan agens hayati, tapi masih menggunakan pestisida sintetik)**  
Berapa hari jarak pengaplikasian agens hayati dengan pestisida sintetik?  
.....
- 6. Dalam satu musim tanam berapa kali pestisida sintetik tersebut diaplikasikan?  
.....

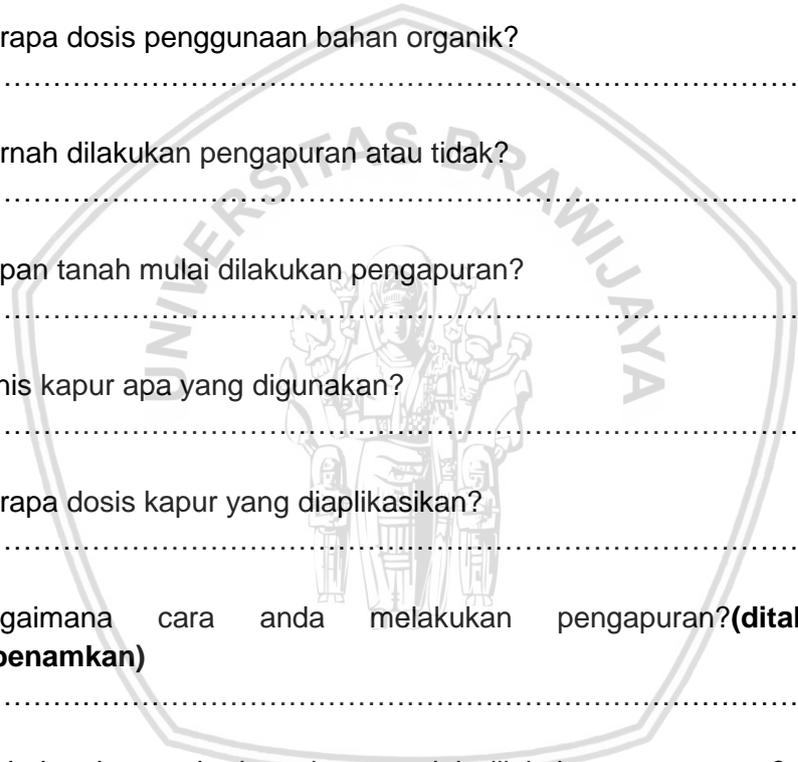
**I. Dosis dan Konsentrasi Pestisida Sintetik**

- 1. Berapa dosis aplikasi pestisida sintetik ?**(tanyakan ukuran tangki, berapa liter air dan pestisida sintetik)**  
.....
- 2. Dalam satu kali aplikasi butuh berapa tangki ?

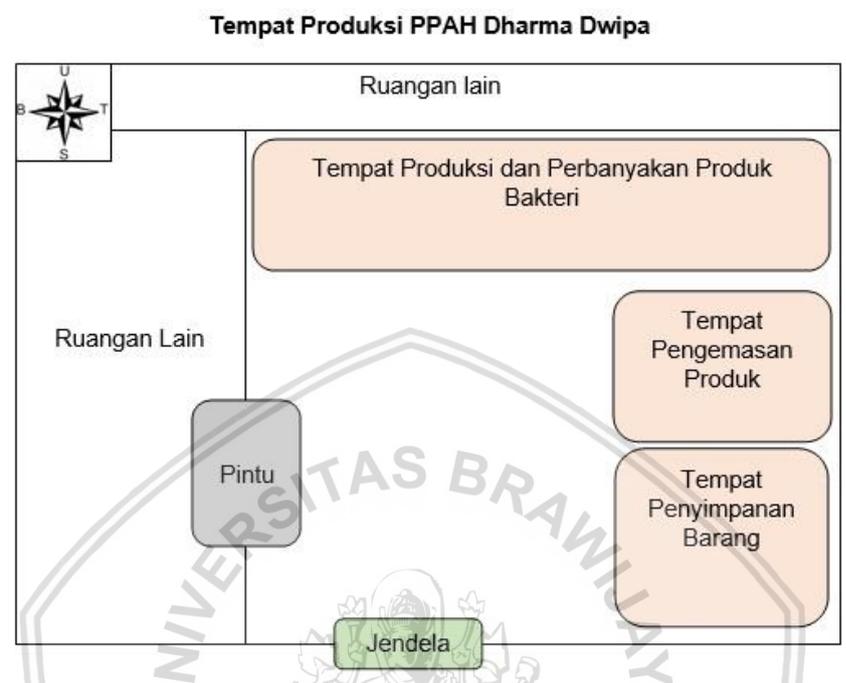


J. Penambahan Bahan Organik dan Pengecekan pH

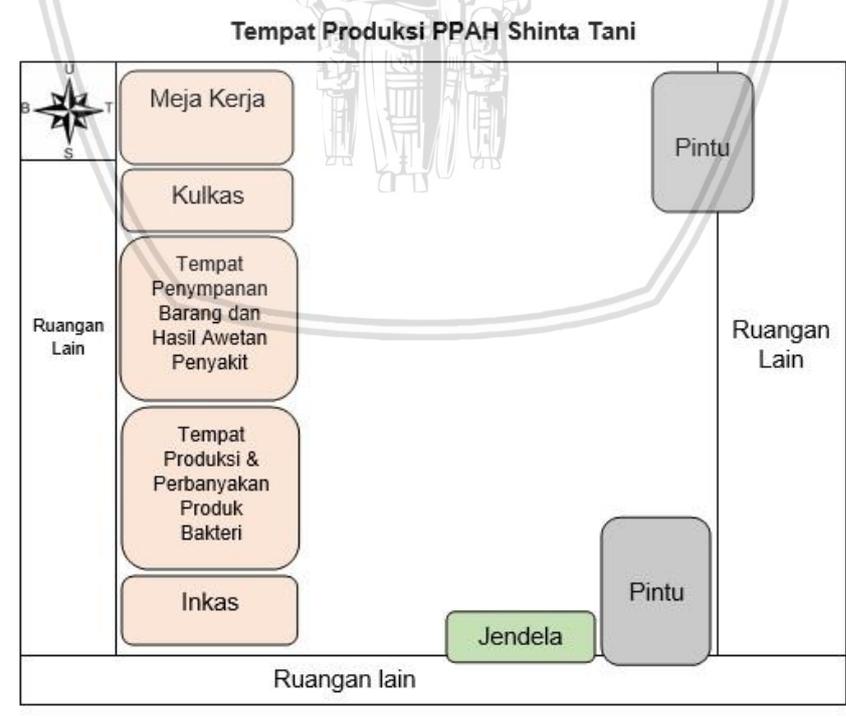
1. Apakah dilakukan penambahan bahan organik selama budidaya?  
.....
2. Apa jenis bahan organik yang ditambahkan?  
.....
3. Berapa kali penambahan bahan organik dalam satu musim tanam?  
.....
4. Berapa dosis penggunaan bahan organik?  
.....
5. Pernah dilakukan pengapuran atau tidak?  
.....
6. Kapan tanah mulai dilakukan pengapuran?  
.....
7. Jenis kapur apa yang digunakan?  
.....
8. Berapa dosis kapur yang diaplikasikan?  
.....
9. Bagaimana cara anda melakukan pengapuran?(ditabur, atau dibenamkan)  
.....
10. Dibiarkan berapa hari tanah yang telah dilakukan pengapuran?  
.....



Lampiran 4. Gambar Layout Tempat Produksi Empat PPAH di Pamekasan

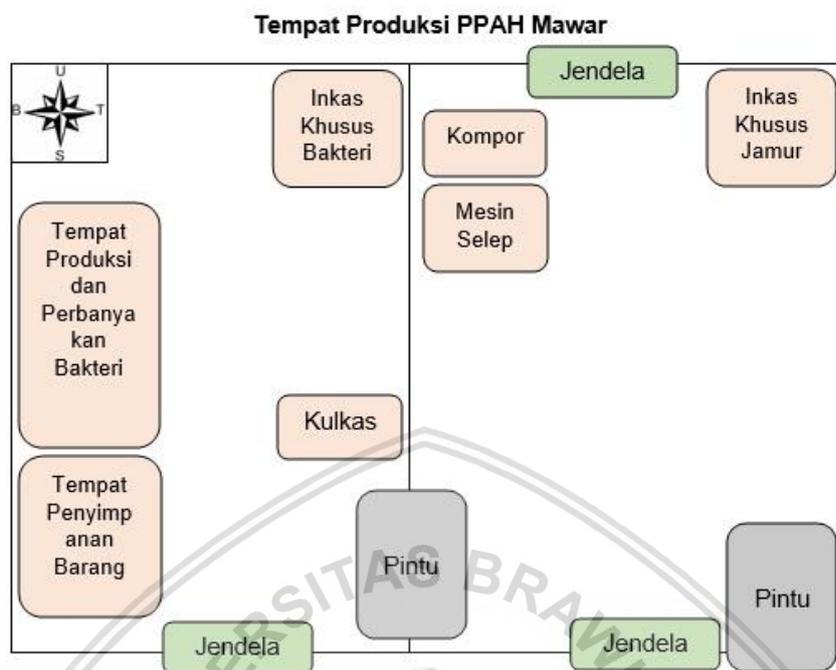


Gambar Lampiran 1. Layout Tempat Produksi PPAH Dharma Dwipa

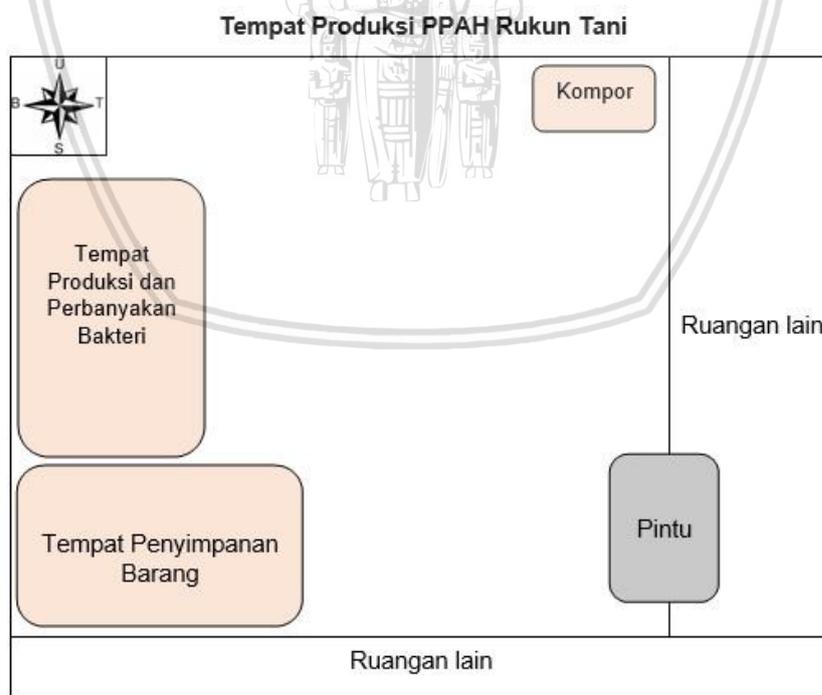


GambarLampiran 2. Layout Tempat Produksi PPAH Shinta Tani





Gambar Lampiran 3. Layout Tempat Produksi PPAH Mawar



Gambar Lampiran 4. Layout Tempat Produksi PPAH Rukun Tani

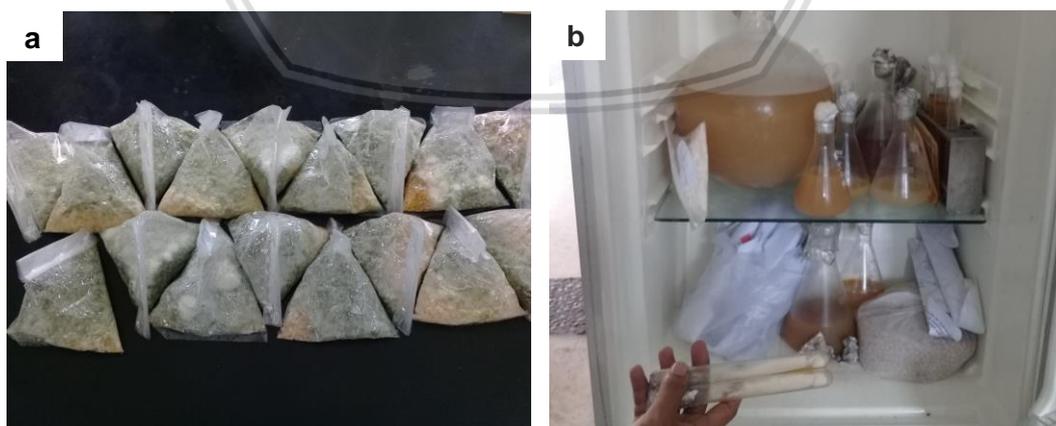
**Lampiran 5. Kondisi Ruang Laboratorium, Alat dan Isolat di LPHPTPH Pamekasan**



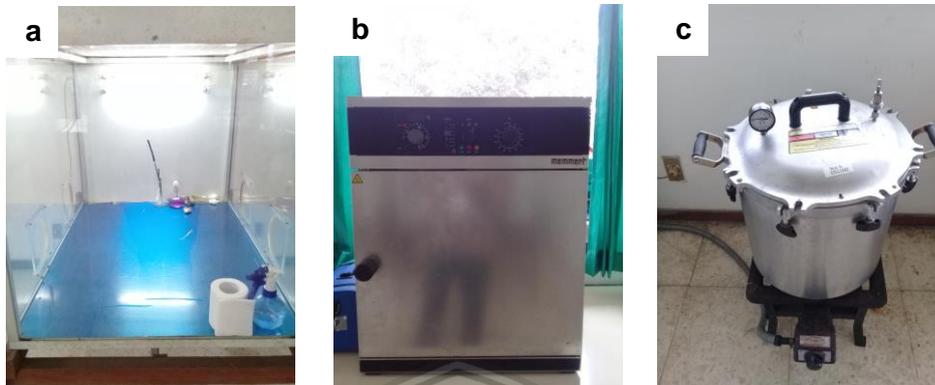
Gambar Lampiran 5. Kondisi Laboratorium 1 di LPHPTPH Pamekasan.



Gambar Lampiran 6. Kondisi Laboratorium 2 di LPHPTPH Pamekasan.



Gambar Lampiran 7. Isolat yang terdapat di LPHPTPH Pamekasan; a) Isolat *Trichoderma* sp., b) Isolat *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa*.



Gambar Lampiran 8. Peralatan yang terdapat di LPHPTPH Pamekasan; a) LAFAC, b) Oven, c) Autoclave.



Gambar Lampiran 9. Peralatan yang terdapat di LPHPTPH Pamekasan; a) Mikroskop Compound, b) Mikroskop Elektron, c) Timbangan.



Gambar Lampiran 10. Peralatan yang terdapat di LPHPTPH Pamekasan; a) Wastafel, b) Jas Laboratorium, c) Bunsen, Cawan Petri, Tabung Reaksi, Tabung Erlenmeyer.

**Lampiran 6. Kondisi Tempat Produksi dan Perbanyakan Agens Hayati Empat PPAH di Pamekasan**



Gambar Lampiran 11. Tempat Produksi dan Perbanyakan Agens Hayati; a) Kondisi di PPAH Dharma Dwipa, b) Kondisi di PPAH Shinta Tani.



Gambar Lampiran 12. Tempat Produksi dan Perbanyakan Agens Hayati; a) Kondisi di PPAH Mawar, b) Kondisi di PPAH Rukun Tani.



### Lampiran 7. Label Kemasan Produk Agens Hayati Empat PPAH di Pamekasan



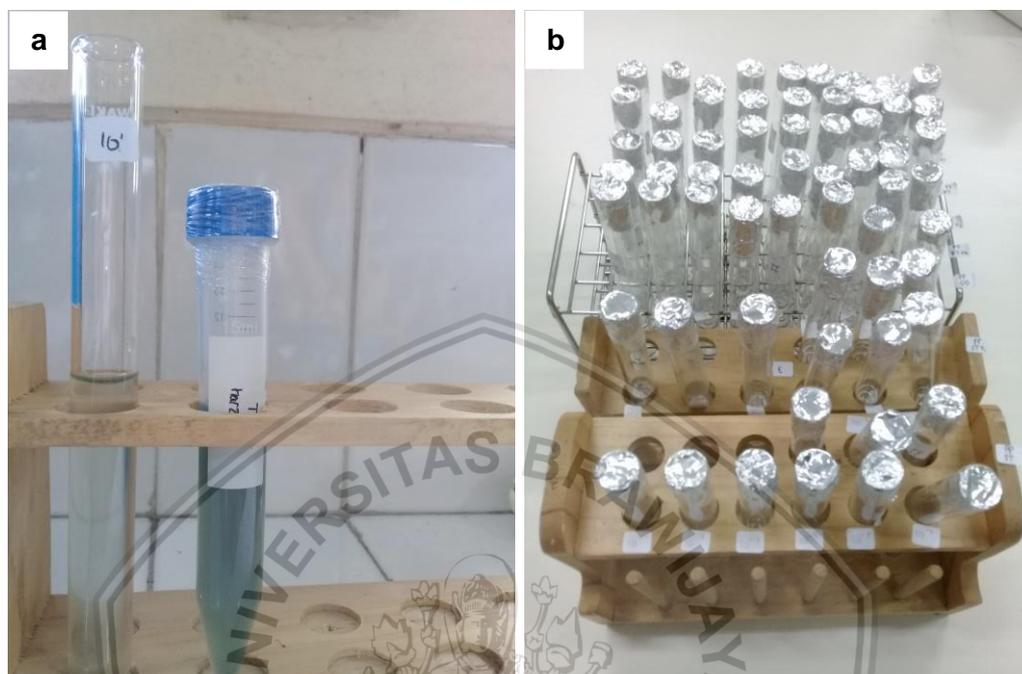
Gambar Lampiran 13. Label Kemasan PGPR, *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* PPAH Dharma Dwipa.



Gambar Lampiran 14. Label Kemasan; a) *Pseudomonas fluorescens* PPAH Shinta Tani, b) PGPR PPAH Rukun Tani.



### Lampiran 8. Proses Uji Kerapatan Spora Produk Jamur dan Proses Pengenceran Produk Bakteri di Laboratorium



Gambar Lampiran 15. Uji di Laboratorium; a) Uji Kerapatan Spora Jamur *Trichoderma harzianum*, *Metarhizium* sp., b) Proses Pengenceran Isolat Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa*.