

Rancang Bangun Alat Fermentor Sangat Sederhana (FSS) Pada Perbanyakan Agensia Hayati Media Cair Sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Design and Construction of a Very Simple Fermenter (FSS) Tool for the Propagation of Liquid Media Biological Agents as a Control of Plant Pest Organisms (OPT)

Kaidi^{1*}, Totok Dwi Sukmayoga², Yuliatiningsih³, Frisilia Meidy R⁴, Agustin Jaka Putri⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Produksi Pertanian, Program Studi Produksi Tanaman Hortikultura, Politeknik Negeri Jember

*kaidi@polije.ac.id

ABSTRAK

Praktikum perbanyakan agensia hayati media cair di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember masih mengalami kendala khususnya instalasi FSS sehingga sering terjadi kontaminasi. Penyebab utama kurang optimalnya alat fermentor sangat sederhana (FSS) sehingga diperlukan solusi rancang bangun alat yang efektif. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan: (1) Merancang bangun alat FSS pada perbanyakan agensia hayati media cair, (2) Menyusun Standar Operasional Prosedur (SOP) alat FSS pada perbanyakan agensia hayati media cair dan (3) Menguji alat FSS pada perbanyakan agensia hayati media cair. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember pada bulan Mei - November 2024 dengan sumber dana PNBP Politeknik Negeri Jember. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, pengamatan visual pada instalasi alat FSS pada perbanyakan beberapa jenis agensia hayati media cair, pengamatan tingkat keberhasilan media cair EKG yang tidak terkontaminasi, selanjutnya dari data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk diagram grafik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : 1. Rancang bangun alat instalasi FSS dapat digunakan untuk perbanyakan agensia cair, 2. Standar Operasional Prosedur (SOP) dapat digunakan sebagai pedoman perbanyakan agensia hayati media cair, 3. Hasil uji alat instalasi FSS pada perbanyakan pada beberapa agensia hayati media cair menunjukkan tingkat keberhasilan *Beauverria bassiana* 75%, *Trichoderma sp* 91.67%, *Metarhizium sp.* 83,33% dan *Paenibacillus* 83,33%. Kendalanya ruangan perbanyakan kurang steril dan proses inokulasi masih terpisah dengan alat instalasi. Manfaat dari Rancang bangun alat FSS pada perbanyakan agensia hayati ini dapat direkomendasikan sebagai alat kegiatan praktikum perbanyakan agensia hayati media cair di Laboratorium Perlindungan Tanaman, Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.

Kata kunci — Digitalisasi Fermentor, FSS, Agensia hayati, Media cair, Perbanyakan, Agensia hayati.

ABSTRACT

*The practicum of liquid media biological agent multiplication at the Jember State Polytechnic Plant Protection Laboratory still experiences obstacles, especially the FSS installation, which often results in contamination. The main cause is the limitations of the very simple fermenter (FSS) tool, so an effective tool design solution is needed. This research was conducted with the following objectives: (1) Designing the FSS tool for the multiplication of liquid media biological agents, (2) Developing Standard Operating Procedures (SOPs) for the FSS tool for the multiplication of liquid media biological agents and (3) Testing the FSS tool for the multiplication of liquid media biological agents. The research was conducted at the Jember State Polytechnic Plant Protection Laboratory in May - November 2024 with funding from the Jember State Polytechnic PNBP. This research uses a descriptive method, visual observation of the FSS tool installation for the multiplication of several types of liquid media biological agents, observation of the success rate of uncontaminated ECG liquid media, and then the data will be displayed in the form of a graphic diagram. The results of the study indicate that: 1. The design of the FSS installation tool can be used for the multiplication of liquid agents, 2. Standard Operating Procedures (SOP) can be used as a guideline for the multiplication of liquid media biological agents, 3. The test results of the FSS installation tool on the multiplication of several liquid media biological agents showed a success rate of *Beauverria bassiana* 75%, *Trichoderma sp* 91.67%, *Metarhizium sp.* 83.33% and *Paenibacillus* 83.33%. The constraints are that the propagation room is less sterile and the inoculation process is still separate from the installation tool. The benefits of the FSS tool design on the multiplication of this biological agent can be recommended as a tool for*

Keywords — *Fermentor, FSS, Biological agents, Liquid media, Multiplication, Biological agents.*

1. Pendahuluan

Peraturan Menteri Pertanian No. 411 Tahun 1995 mendefinisikan agensia hayati sebagai organisme yang mencakup berbagai spesies, subspecies, jenis protozoa, varietas, serangga, nematoda, bakteri, mikoplasma, jamur, dan organisme lain pada berbagai tahap perkembangan yang dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan hama dan penyakit (OPT), pengolahan hasil pertanian, serta berbagai kebutuhan dan proses produksi (Effendi, 2022). Meskipun agensia hayati ini selalu ada di alam, jumlahnya seringkali terbatas untuk mengatasi Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada tanaman yang dibudidayakan.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan agensia hayati maka diperlukan perbanyakan. Perbanyakan agensia hayati dapat dilakukan dengan menggunakan bahan media padat maupun media cair. Perbanyakan dengan media cair menggunakan media EKG (Ekstrak Kentang Gula). Tahapan –tahapan proses perbanyakan agensia hayati media cair yaitu: 1. Penyediaan biakan agensia hayati, 2. Pembuatan instalasi fermentor, 3. Proses inokulasi.

Kendala yang sering dialami dalam perbanyakan agensia hayati media cair sehingga mudah terjadi kontaminasi yaitu instalasi fermentor. Hal ini juga sering dialami praktikum perbanyakan agensia hayati media cair di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember, sehingga diperlukan solusi untuk meningkatkan keberhasilan perbanyakan agensia hayati. Penelitian rancang bangun alat Fermentor Sangat Sederhana (FSS) pada perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) sangat diperlukan untuk mengatasi kendala tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Fermentor

Fermentor digunakan untuk proses fermentasi, yang merupakan cara mengubah

bahan dasar menjadi produk spesifik dengan bantuan mikroba. Proses ini membutuhkan mikroba sebagai inokulum, wadah untuk optimalnya proses fermentasi, dan bahan dasar sebagai sumber nutrisi. Beberapa faktor yang memengaruhi fermentasi termasuk kontaminasi, persiapan kultur, inokulum, dan komposisi media pertumbuhan. Fermentasi dapat terjadi baik secara aerob maupun anaerob. (Puspitasari & Juliati, 2022).

2.2 Agensia Hayati

Menurut PERMENTAN No. 411 tahun 1995, agensia hayati didefinisikan sebagai setiap jenis organisme termasuk spesies, subspecies, semua jenis protozoa, varietas, serangga, nematoda, bakteri, mikoplasma, cendawan (fungi), dan organisme lainnya yang dapat digunakan dalam berbagai tahapan pertumbuhan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman (OPT), memproses hasil pertanian, serta untuk berbagai keperluan dan proses produksi (Effendi, 2022).

2.3 *Trichoderma* sp

Menurut Schuster & Schmoll (2010) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. adalah jenis jamur yang berpotensi sebagai agen biokontrol karena kemampuannya bersifat antagonistik terhadap jamur lainnya. Aktivitas antagonistik ini mencakup persaingan, parasitisme, predasi, serta produksi toksin seperti antibiotik. *Trichoderma* sp., yang termasuk dalam kelas *Ascomycetes* dan menghasilkan spora berwarna hijau, secara alami tumbuh di tanah. Jamur ini dapat bersimbiosis dengan tanaman inangnya, mengurai berbagai substrat di tanah, serta memproduksi enzim yang mendukung perbaikan nutrisi bagi tanaman. *Trichoderma* sp. juga berfungsi sebagai kolonisator bahan selulosa yang tersebar luas, sering ditemukan di tempat bahan tanaman yang membusuk dan di rizosfer tanaman, tempat di mana tanaman dapat membentuk resistensi sistemik terhadap patogen. Ciri khas



Trichoderma sp. adalah pertumbuhannya yang cepat, konidia berwarna hijau cerah, dan konidiofor yang bercabang berulang. Selain melawan penyakit tanaman, *Trichoderma* sp. juga membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan melindunginya dari bahan kimia berbahaya. Oleh karena itu, jamur ini berpotensi sebagai solusi dalam membersihkan tanah dan air yang tercemar dengan menggunakan tanaman yang sesuai dengan spora jamur ini. Kemampuan masing-masing spesies *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan patogen jamur bervariasi karena perbedaan morfologi dan fisiologinya. Beberapa spesies *Trichoderma* sp. yang telah diketahui sebagai agensia hayati adalah *T. harzianum*, *T. viridae*, dan *T. koningii*, yang banyak ditemukan pada berbagai tanaman budidaya.

Trichoderma sp. adalah jenis jamur yang umumnya ditemukan di tanah dan memiliki kemampuan antagonistik terhadap jamur lain. Berdasarkan penelitian Heriyanto (2019), *Trichoderma* sp. terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan patogen tanaman seperti *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, dan *Alternaria brassicicola*.

2.4 *Beauverria bassiana*

Cendawan *Beauverria bassiana* adalah salah satu cendawan entomopatogen yang sering diisolasi dan tersebar luas di seluruh dunia. *Beauverria* memiliki rentang inang yang sangat luas. *B. bassiana* telah digunakan untuk mengendalikan berbagai spesies serangga hama. Awalnya, cendawan ini digunakan untuk mengendalikan hama tanah, namun efektivitasnya dalam membunuh serangga hama pada permukaan tanaman juga sangat tinggi. Penggunaannya kini semakin meluas pada berbagai komoditas dan ekosistem. Serangga hama yang dapat dikendalikan mencakup lebih dari 100 spesies dari berbagai ordo, termasuk Coleoptera, Diptera, Homoptera, Hymenoptera, dan Lepidoptera, seperti yang dilaporkan oleh Hidayati et al. (2023).

Jamur entomopatogenik (yang menyerang hama) dan jamur antagonis (yang menyerang jamur lainnya) merupakan beberapa jenis agensia hayati yang dapat dimanfaatkan dalam pengendalian hayati. Beberapa alasan mengapa jamur-jamur ini dipilih sebagai agen pengendali adalah karena memiliki kemampuan reproduksi

yang tinggi, siklus hidup yang singkat, serta dapat menghasilkan spora yang tahan lama di alam, bahkan dalam kondisi ekstrem. Selain itu, penggunaannya relatif aman, mudah diproduksi, kompatibel dengan berbagai insektisida, dan memiliki potensi rendah untuk menyebabkan resistensi pada hama (Kansrini, 2017). Salah satu jamur entomopatogen yang sering digunakan dalam pengendalian hayati adalah *Beauverria bassiana*. Jamur ini dikenal memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi, mudah diproduksi, dan dapat menghasilkan spora yang tahan lama di alam, terutama dalam kondisi yang tidak menguntungkan (Widayat & Dini, 1993).

2.5 *Metarhizium*

Di Indonesia, jamur *Metarhizium* telah digunakan untuk mengendalikan hama pada tanaman kopi, kakao, kelapa, tebu, dan berbagai jenis tanaman lainnya. *Metarhizium* sp. memiliki kemampuan untuk menyerang serangga dari berbagai ordo, seperti Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, dan Coleoptera. Meskipun sering ditemukan pada berbagai jenis kumbang dari Ordo Coleoptera, hanya spesies *Metarhizium* sp. yang dilaporkan paling efektif dalam menginfeksi serangga dari keluarga Scarabaeidae (Coleoptera). Penggunaan *Metarhizium* sp. telah banyak diterapkan dalam pengendalian serangga hama di lapangan (Arsi, 2020). Jamur entomopatogen yang paling sering digunakan untuk mengendalikan serangga hama di lapangan adalah *Metarhizium* sp., yang dapat memasuki tubuh serangga inang melalui dua mekanisme, yaitu tekanan mekanik dan bantuan toksin yang dihasilkan oleh jamur tersebut (Hasyim et al., 2016).

2.6 Bakteri *Paenibacillus polymyxa*

Bakteri *Paenibacillus polymyxa* memiliki peran penting sebagai agensia hayati dengan sifat antagonistik terhadap perkembangan patogen tanaman serta kemampuan untuk menginduksi ketahanan tanaman. Kemampuan ini disebabkan oleh produksi senyawa toksik oleh *Paenibacillus polymyxa* yang efektif melawan bakteri patogen tanaman. Beberapa strain *Paenibacillus polymyxa* yang bekerja sama dengan spesies tanaman tertentu telah berhasil digunakan untuk mengendalikan jamur dan bakteri patogen tanaman, serta mendukung pertumbuhan

tanaman dan mencegah berbagai penyakit tanaman (Effendi, 2022).

Bakteri *Paenibacillus polymyxa* juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan antibiotik seperti polimiksin B, yang efektif dalam mengobati infeksi bakteri. Antibiotik ini dapat digunakan untuk melawan bakteri penyebab penyakit, seperti *Bacillus subtilis*, *Streptomyces griseus*, dan *Streptomyces rimosus*. Antibiotik yang dihasilkan oleh *Paenibacillus polymyxa* terbukti lebih efektif dalam mengendalikan bakteri patogen pada tanaman. Secara morfologi, bakteri ini dapat dikenali melalui bentuknya yang cembung dan warna coklat susu keruh. Bakteri ini dapat dimanfaatkan untuk mengatasi berbagai penyakit pada tanaman pangan dan hortikultura.

Selain itu, *Paenibacillus polymyxa* juga merupakan bakteri non-patogen yang bermanfaat dalam bidang kesehatan dan lingkungan. Bakteri ini mampu menghasilkan antibiotik polimiksin dan memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen. Biogen bakteri ini dapat menghasilkan eksopolisakarida di akar tanaman, yang berfungsi melindungi tanaman dari patogen. Uji BB Biogen menunjukkan bahwa bakteri ini juga mengandung hormon giberelin (Kantikowati, 2018).

3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian Penerapan alat pendeteksi proses pirolisis secara elektronik pada produksi asap cair grade 3 sebagai pestisida organik memiliki tujuan sebagai berikut :

- Membuat Rancang bangun alat fermentor sangat sederhana efektif digunakan untuk perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).
- Menyusun SOP (Standar Operasional Prosedur) Pengoperasian alat fermentor sangat sederhana pada perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).
- Menguji alat fermentor sangat sederhana pada perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).

Penelitian mengenai rancang bangun alat

fermentor sederhana untuk perbanyakan agens hayati dalam media cair sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) diharapkan memberikan manfaat berikut:

- Bermanfaat dalam pengembangan Laboratorium Perlindungan Tanaman serta menunjang kegiatan praktikum terkait perbanyakan agens hayati dalam media cair.
- Bermanfaat menjadi referensi bagi penelitian yang berhubungan dengan perbanyakan agens hayati sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).
- Bermanfaat sebagai alat tepat guna yang dapat dimanfaatkan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat, khususnya terkait dukungan pada Usaha Kecil dan Menengah (UKM) dalam perbanyakan agens hayati pada media cair.

4. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, pengamatan visual pada alat Fermentor sangat sederhana (FSS) pada beberapa agensia hayati media cair terhadap proses perbanyakan, lama proses, hasil.(kontaminasi/tidak). Bahan uji yang digunakan yaitu biakan *Beuverria bassiana* dan biakan *Trichoderma sp*, *Metarhizium sp*, *Paenibacillus polymyxa*.

Hasil dari pengamatan akan diulang sebanyak 3 kali kemudian dirata-rata dan ditampilkan dan tabel pengamatan dan diagram grafik.

Kerangka penelitian Rancang bangun alat fermentor sangat sederhana (FSS) pada perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dapat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka alur penelitian

Prosedur Kerja

A. Membuat Media Cair (EKG) Skala Praktikum
Membuat media cair EKG (Ekstrak Kentang Gula) dengan cara sebagai berikut :

1. Siapkan kentang segar
2. Kupas kentang dan potong dengan ukuran sekitar 1x1x1 cm.
3. Timbang 200 gram per liter (kebutuhan untuk 3 golongan/ 12 kelompok sebanyak 2400 gram 12 liter) kemudian cuci potongan kentang tersebut
4. Masukkan ke dalam panci dan rebus kentang tersebut sampai setengah matang kemudian disaring
5. Tambahkan gula 120 gram kemudian diaduk sampai larut.
6. Masukkan ekstrak kentang gula tersebut ke dalam 12 erlenmeyer, masing-masing erlenmeyer berisi sekitar 1000 ml.
7. Tutup erlemeyer dengan kapas dan dilapisi aluminium foil dan diikat dengan benang boll
8. Sterilisasi media EKG tersebut ke dalam autoclave pada suhu 121 derajat celcius dengan tekanan 15 psi selama 30 menit.

Dinginkan media EKG tersebut dan siap dinokulasi dengan biakan agensia hayati di Laminar Air Flow (LAMINAR AIR FLOW (LAF)).

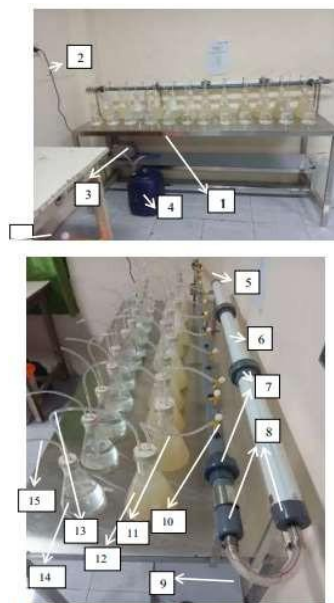
B. Cara Menguji Alat Fermentor Sangat Sederhana (FSS) pada Perbanyakan Agensia Hayati Media Cair

1. Masukkan bahan $KMnO_4$ ke tabung erlenmeyer 1, Tabung erlenmeyer 2 berisi media EKG terinokulasi biakan agensia hayati dan tabung erlenmeyer 3 berisi aquades.
2. Buat instalasi yang saling menghubungkan sesuai dengan desain gambar.2
3. Hidupkan aerator, Apabila masing-masing larutan dalam 3 tabung erlenmeyer bergelembung maka alat FSS berfungsi dengan baik.
4. Kontrol di tabung erlemeyer 3 yang berisi aquades. Apabila jadi airnya keruh dan baunya busuk maka proses perbanyakan terjadi kontaminasi.

5. Pembahasan

A. Hasil rancang bangun alat fermentor sangat sederhana (FSS) secara lengkap untuk kebutuhan

Praktikum 3 Golongan dengan 4 kelompok per golongan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fermentor Sangat Sederhana (FSS) Skala Laboratorium

Keterangan:

1. Meja Instalasi FSS
2. Kabel Aerator turbo ke stop kontak
3. Aerator Turbo
4. Tabung $KMnO_4$
5. Selang penghubung tabung $KMnO_4$ ke paralon Glasswol
6. Tabung glasswol
7. Watermor
8. Tutup paralon besar dan paralon kecil
9. Selang penghubung paralon besar ke paralon kecil
10. Kran aerator
11. Selang aerator penghubung paralon kecil ke media cair
12. Erlemeyer berisi Media EKG
13. Selang aerator penghubung Tabung media EKG ke Tabung aquades/ air steril
14. Tabung erlenmeyer berisi air steril/ aquades
15. Selang control

B. Standard Operasional Prosedur (SOP) Perbanyakan Agensia Hayati dengan menggunakan Alat FSS :

1. Siapkan media EKG (Ekstrak Kentang ditambah Gula)
2. Lakukan inokulasi biakan agensia hayati ke media EKG di ruang Laminar Air Flow (LAF)
3. Semprot meja dan Instalasi FSS dengan

alkohol 70% sebelum digunakan

4. Buat Larutan KMnO₄ dengan konsentrasi 0,5% atau 5 gram per liter,
5. Masukkan Larutan KMnO₄ ke jerigen
6. Siapkan Media EKG di meja instalasi FSS (tabung/ erlenmeyer 1)
7. Isi tabung 2/ erlenmeyer 2 dengan aquades/ air bersih
8. Siapkan tutup jerigen yang telah dimasuki pipa seukuran selang 1/2" dan erlenmeyer yang dilengkapi pipa kecil seukuran selang aerator
9. Masukkan glasswol di tengah bagian paralon besar, dengan cara membuka watermor kemudian glasswol dimasukan di bagian tengah dan ditutup kembali dan dikencangkan.
10. Lakukan penutupan jerigen, erlenmeyerr 1 dan erlenmeyer 2
11. Pasang selang penghubung Aerator ke Tabung KMnO₄, selang penghubung Paralon besar ke paralon kecil, kemudian pasang selang selang aerator dari paralon kecil ke tabung 1 (erlenmeyer 1)/ Media EKG, dan pasang selang aerator dari tabung 1 ke tabung 2/ air aquades/ air bersih
12. Hidupkan aerator
13. Apabila di dalam erlemeyr 1 dan 2 terjadi gelembung berarti alat instalasi bekerja dengan baik dan proses berjalan dengan normal.
14. Lakukan proses perbanyakan sampai 5-7 hari
15. Lakukan pembersihan meja dan instalasi FSS apabila kegiatan sudah selesai dan matikan aerator.

C. Tingkat keberhasilan Perbanyakan beberapa agensia Hayati

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan perbanyakan agensia hayati bervariasi. *Beauverria bassiana* memiliki tingkat keberhasilan 75%, *Trichoderma sp* 91,67%, *Metarhizium sp.* 83,33%, dan *Paenibacillus* 83,33% (Tabel 2, Gambar 3).

Jenis Agensia Hayati	Tingkat keberhasilan Perbanyakan Agensia Hayati (%)
<i>Beuverria bassiana</i>	75
<i>Trichoderma sp</i>	91.67
<i>Metharizium sp</i>	83.33
<i>Paenibacillus</i>	83.33

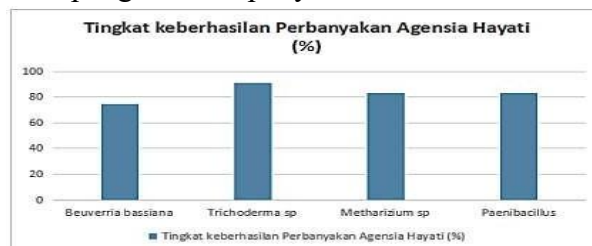
Tabel 2. Tingkat Keberhasilan Perbanyakan Pada Beberapa Agensia Hayati

Persentase keberhasilan pada Tabel 2 ditentukan berdasarkan pengamatan visual terhadap pertumbuhan koloni dan ciri morfologi khas tiap agensia hayati, yang kemudian dikonfirmasi melalui uji mikrobiologis berupa re-isolasi dan pengamatan mikroskopis untuk memastikan kemurnian kultur dan mendeteksi kontaminasi.

Jika dibandingkan dengan literatur sebelumnya, tingkat keberhasilan perbanyakan *Beauverria bassiana* pada penelitian ini (75%) lebih rendah dibanding hasil yang dilaporkan Kansrini (2017) yang mencapai ±85% pada media perbanyakan khusus, dan juga di bawah hasil penelitian Nuryanti et al. (2012) yang mencatat peningkatan virulensi dan keberhasilan hingga 88% setelah penambahan nutrisi spesifik pada media. Faktor perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh desain fermentor sederhana yang belum memiliki kontrol nutrisi dan aerasi setelah sistem laboratorium modern.

Pada *Trichoderma sp*, keberhasilan 91,67% dalam penelitian ini mendekati hasil optimal yang dilaporkan Heriyanto (2019) pada pengendalian penyakit layu fusarium (±92%) serta sejalan dengan uraian Schuster & Schmoll (2010) yang menegaskan kemampuan *Trichoderma* untuk tumbuh cepat pada media cair dengan pengaturan pH yang stabil. Hal ini mengindikasikan bahwa fermentor sederhana (FSS) mampu mempertahankan efisiensi tinggi pada jenis agensia hayati yang pertumbuhannya relatif cepat.

Keberhasilan *Metarhizium sp.* sebesar 83,33% berada dalam kisaran yang sama dengan penelitian Hasyim et al. (2016) yang melaporkan tingkat pertumbuhan 82–85% pada kondisi laboratorium standar. Untuk *Paenibacillus*, nilai 83,33% sesuai dengan temuan Effendi et al. (2022) dan Kantikowati et al. (2018) yang mencatat keberhasilan 82–84% pada media cair untuk pengendalian penyakit hawar daun bakteri.



Gambar 3. Diagram Tingkat Keberhasilan Perbanyakan Pada Beberapa Agensia Hayati

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Penelitian rancang bangun alat fermentor sangat sederhana (FSS) pada perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dapat disimpulkan:

- Rancang bangun alat fermentor sangat sederhana (FSS) dapat digunakan untuk alat perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali OPT.
- SOP alat fermentor sangat sederhana (FSS) dapat digunakan untuk standar operasional alat perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali OPT.
- Hasil uji alat instalasi FSS pada perbanyakan pada beberapa agensia hayati media cair menunjukkan tingkat keberhasilan *Beuverria bassiana* 75%, *Trichoderma* sp 91.67%, *Metarhizium* sp. 83,33% dan *Paenibacillus* 83,33%.
- Potensi hilirisasi alat fermentor sangat sederhana (FSS) terbuka luas melalui kolaborasi dengan mitra industri dan Usaha Kecil Menengah (UKM), khususnya di sektor pertanian organik, produsen pupuk hayati, dan penyedia jasa pengendalian OPT. Kerja sama ini dapat mendorong produksi massal, peningkatan mutu, serta distribusi alat ke petani dan kelompok tani secara lebih luas, sehingga mempercepat adopsi teknologi dan meningkatkan daya saing produk pertanian ramah lingkungan.

6.2 Saran

Penelitian rancang bangun alat fermentor sangat sederhana (FSS) pada perbanyakan agensia hayati media cair sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dapat ditingkatkan dengan memodifikasi ruangan yang aseptik dan terpadu sehingga terjadinya kontaminasi sangat kecil.

7. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Politeknik Negeri Jember, Ketua Jurusan Produksi Pertanian, Kepala Pusat

Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kepala Laboratorium Perlindungan Tanaman, Tim Reviewer Polije, segenap civitas akademika Politeknik Negeri Jember, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan dan kontribusi yang sangat berarti.

8. Daftar Pustaka

- Arsi, A., Pujiastuti, Y., Kusuma, S. S. H., & Gunawan, B. (2020). Eksplorasi, isolasi dan identifikasi Jamur entomopatogen yang menginfeksi serangga hama. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(2), 70-76.
- Effendi E., Et al. 2022. Perbanyakan Bakteri *Paenibacillus polymyxa* Untuk Pengendalian Kresk Pada Tanaman Padi (*Oriza satyva*). *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2 (1).
- Hasyim A, Setiawati W, Hudayya A, luthfyn. 2016. Sinergisme jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dengan insektisida kimia untuk meningkatkan mortalitas ulat bawang *Spodoptera exigua*. *Jurnal Hortikultura*. 26(2), 257-266.
- Heriyanto, H. (2019). Kajian Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* dengan *Trichoderma* pada Tanaman Tomat. *Jurnal Triton*, 10(1), 45-58.
- Hidayati, L., & Zulfanedi, Y. (2023). Jamur Entomopathogen *Beauverria bassiana* Sebagai Pengendali Hayati Nyamuk. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(6), 2517- 2524.
- Istiqomah, I., & Kusumawati, D. E. (2018). Pemanfaatan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam pengendalian hayati *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri pada tomat. *Jurnal Agro*, 5(1).
- Jumadi, O., & Caronge, W. (2021). *Trichoderma* dan pemanfaatan. Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM, Kampus UNM Parangtambung, Jalan Malengkeri Raya, Makassar.
- Kansrini, Y. (2017). Uji berbagai jenis media perbanyakan terhadap perkembangan jamur *Beauverria bassiana* di laboratorium. *Jurnal Agrica Ekstensi*, 9(1), 34–39.
- Kantikowati, E., Haris, R., & Anwar, S. (2018). Aplikasi agensia hayati (*Paenibacillus*



polymyxa) terhadap penekanan penyakit hawar daun bakteri serta hasil dan pertumbuhan padi hitam (*Oryza sativa* var. lokal). *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 6(2), 134–142.

Kantikowati, E., Ridwan, H., Karya, & Saiful, A. (2018). Aplikasi agensia hayati (*Paenibacillus polymyxa*) terhadap penekanan penyakit hawar daun bakteri serta hasil dan pertumbuhan padi hitam (*Oryza sativa* var. lokal). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 6(2).

Nuryanti, N. S. P., Wibowo, L., & Azis, A. (2012). Penambahan beberapa jenis bahan nutrisi pada media perbanyakan untuk meningkatkan virulensi *Beauveria bassiana* terhadap hama walang sangit. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 12(1), 64–70.

Puspitasari, & Juliati. (2022). Rancang bangun fermentor pada laboratorium bioproses. *Prosiding 6th Seminar Nasional Pendidikan & Pengabdian Kepada Masyarakat 2022*.

Schuster, A., & Schmoll, M. (2010). Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87(1), 787–799. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2632-1>

Setiaji, A., Annisa, R. R. R., & Rahmandhias, D. T. (2023). Bakteri *Bacillus* sebagai agen kontrol hayati dan biostimulan tanaman. *Rekayasa*, 16(1), 96–106.

