JURNAL PENGEMBANGAN POTENSI LABORATORIUM

Vol. 5, No. 1, Februari 2026
E-ISSN : 2828-5204 | P-ISSN : 2828-4895
DOI : 10.25047/plp.v5i1.6876

Rancang Bangun Ruang Aseptik Terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk Perbanyakan *Beauveria bassiana* Media Cair

Design and Construction of a Very Simple Fermenter Integrated Aseptic Room (FSS) for the Propagation of Beauveria bassiana in Liquid Media

Kaidi*, Totok Dwi Sukmayoga, Yuliatiningsih, Frisilia Meidy Reiarnis, Agustin Jaka Putri, Yenni Suprapti

Jurusan Produksi Pertanian, Program Studi Produksi Tanaman Hortikultura, Politeknik Negeri Jember
*kaidi@polije.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada peningkatan keberhasilan perbanyakan agensia hayati *Beauveria bassiana* pada media cair dengan mengatasi faktor kontaminasi selama proses inokulasi. Masalah utamanya adalah ruang kerja yang tidak aseptik dan terpisah antara laminar air flow dengan alat Fermentor Sederhana (FSS) skala Laboratorium. Tujuan penelitian adalah: (1) Merancang bangun ruangan aseptik yang terintegrasi dengan instalasi FSS, (2) Menyusun SOP untuk ruangan tersebut, dan (3) Menguji efektivitas ruangan aseptik FSS pada perbanyakan *Beauveria bassiana*. Penelitian deskriptif ini dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember (Juni-November 2025). Pengamatan visual dan perhitungan persentase keberhasilan perbanyakan dianalisis. Hasilnya menunjukkan bahwa: (1) Rancangan ruangan instalasi FSS berhasil digunakan untuk inokulasi dan perbanyakan, (2) SOP yang disusun dapat diterapkan, dan (3) Pengujian ruangan menghasilkan tingkat keberhasilan perbanyakan yang sangat tinggi, yaitu 91,7% - 100%. Manfaat dari Rancang bangun ruangan alat FSS pada perbanyakan agensia hayati ini dapat direkomendasikan sebagai ruangan tempat kegiatan praktikum, penelitian, produksi perbanyakan agensia hayati media cair di Laboratorium Perlindungan Tanaman.

Kata kunci — Fermentor, FSS, Perbanyakan Agensia hayati, Rancang Bangun, Ruangan FSS.

ABSTRACT

This research focuses on increasing the success of the multiplication of Beauveria bassiana biological agents in liquid media by addressing contamination factors during the inoculation process. The main problem is the non-aseptic workspace and the separation between the laminar air flow and the Simple Fermentor (FSS) on a laboratory scale. The objectives of the research are: (1) Designing an aseptic room integrated with the FSS installation, (2) Developing an SOP for the room, and (3) Testing the effectiveness of the FSS aseptic room on Beauveria bassiana propagation. This descriptive research was conducted at the Plant Protection Laboratory of Jember State Polytechnic (June-November 2025). Visual observations and calculations of the percentage of success of propagation were analyzed. The results show that: (1) The design of the FSS installation room was successfully used for inoculation and propagation, (2) the SOP prepared can be implemented, and (3) Testing the room resulted in a very high propagation success rate, namely 91.7% - 100%. The benefits of the design of the FSS tool room for the multiplication of biological agents can be recommended as a room for practical activities, research, production of multiplication of biological agents in liquid media in the Plant Protection Laboratory.

Keywords *— Fermentor, FSS, Biological Agent Propagation, Design, FSS Room*

1. Pendahuluan

Keberadaan agensia hayati selalu ada di alam, namun jumlahnya agensia hayati tersebut sangat kurang untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada tanaman yang dibudidayakan.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan agensia hayati maka diperlukan perbanyakan. Perbanyakan agensia hayati dapat dilakukan

OPEN ACCESS

© 2026. Kaidi, Totok Dwi Sukmayoga, Yuliatiningsih, Frisilia Meidy Reiarnis, Agustin Jaka Putri, Yenni Suprapti.

Creative Commons Attribution 4.0 International License

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. Penyedian biakan agensia hayati, 2. Pembuatan media cair 3. Pembuatan instalasi fermentor sangat sederhana (FSS), 4. Proses inokulasi.

Faktor keberhasilan dalam perbanyakan agensia hayati media cair yaitu pada proses inokulasi. Ruangan yang tidak steril dan terpisah antara laminar air flow sebagai tempat inokulasi dengan alat Fermentor sangat sederhana (FSS) menjadi salah satu penyebab terjadinya kontaminasi sehingga diperlukan Rancang bangun ruangan instalasi alat FSS yang aseptik.

Penelitian rancang bangun ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk perbanyakan agensia hayati berbasis media cair sangat diperlukan untuk mengatasi kendala tersebut, sekaligus mengoptimalkan fungsi laboratorium dalam kegiatan produksi, penelitian, dan pengembangan agensia hayati secara efektif dan berkelanjutan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Fermentor

Fermentor merupakan alat penting dalam produksi agensia hayati seperti *Beauveria bassiana*, yang berfungsi sebagai bioinsektisida untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). 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 (Qisthi et al., 2021).

Penggunaan fermentor memungkinkan produksi massal spora dalam kondisi terkontrol, meningkatkan efisiensi dan konsistensi produk akhir. Dalam konteks ini, fermentor sederhana namun efektif sangat dibutuhkan untuk mendukung pertanian berkelanjutan, terutama di daerah dengan sumber daya terbatas (Roswanjaya et al., 2022). Sedangkan, faktor yang memengaruhi fermentasi termasuk kontaminasi, persiapan kultur, inokulum, dan komposisi media pertumbuhan. Fermentasi dapat terjadi baik secara aerob maupun anaerob. (Puspitasari & Juliati, 2022).

Desain fermentor yang sederhana namun efisien menjadi fokus utama dalam pengembangan alat instalasi fermentor sangat sederhana (FSS). Penggunaan bahan lokal dan teknologi tepat guna dapat menekan biaya produksi tanpa mengorbankan kualitas. Selain itu, desain modular memungkinkan perawatan dan perbaikan yang mudah, serta adaptasi sesuai kebutuhan spesifik pengguna. Proses fermentasi *Beauveria bassiana* memerlukan lingkungan aseptik untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme lain yang dapat mengganggu pertumbuhan dan kualitas spora. Penerapan prinsip aseptik dalam desain ruang fermentasi, seperti penggunaan filter HEPA dan sterilisasi peralatan, sangat penting untuk memastikan keberhasilan produksi (Vivi Nurhadianty, 2018).

Lingkungan aseptik juga mendukung stabilitas dan umur simpan produk akhir. Media cair digunakan sebagai substrat dalam fermentasi *Beauveria bassiana* karena memungkinkan pertumbuhan cepat dan produksi spora yang tinggi. Komposisi media cair yang optimal, termasuk sumber karbon dan nitrogen, berpengaruh signifikan terhadap hasil fermentasi. Penggunaan limbah pertanian sebagai komponen media cair juga dapat meningkatkan keberlanjutan dan mengurangi biaya produksi (Muliani & Srimurni, 2022).

Optimasi kondisi fermentasi, seperti pH, suhu, dan aerasi, penting untuk memaksimalkan produksi spora *Beauveria bassiana*. Penelitian menunjukkan bahwa kontrol parameter ini dapat meningkatkan viabilitas dan efektivitas spora sebagai agensia hayati. Penggunaan sensor dan sistem kontrol sederhana dapat membantu mempertahankan kondisi optimal selama proses fermentasi. Integrasi sistem fermentor dalam ruang produksi harus mempertimbangkan alur kerja yang efisien dan kebersihan lingkungan. Penempatan fermentor, area persiapan media, dan ruang sterilisasi harus dirancang sedemikian rupa untuk meminimalkan risiko kontaminasi dan memudahkan operasional. Desain ruang produksi yang ergonomis juga meningkatkan kenyamanan dan keselamatan operator (Salikin, 2021).

2.2 Aseptik

Kondisi aseptik merupakan fondasi utama dalam berbagai aktivitas laboratorium, terutama yang melibatkan kultur mikroorganisme, termasuk perbanyakan agensia hayati seperti *Beauveria bassiana*. Aseptik didefinisikan sebagai suatu kondisi atau ruang kerja yang terbebas dari kontaminasi mikroorganisme (seperti bakteri, fungi, dan partikel udara) yang tidak diinginkan (Harjanto, 2017). Dalam konteks penelitian dan praktikum biologi, teknik aseptik merujuk pada serangkaian prosedur kerja yang dirancang untuk menjaga sterilitas selama penanganan kultur, sehingga mencegah kontaminasi pada bahan atau produk yang sedang dikerjakan (Baruno, 2021).

Guna menciptakan dan mempertahankan kondisi aseptik, diperlukan pendekatan yang integratif meliputi sterilisasi fisik, mekanik, dan kimiawi. Secara fisik dan mekanik, penggunaan alat seperti Laminar Air Flow Cabinet (LAF) menjadi standar baku. Prinsip kerjanya adalah mengalirkan udara melalui sistem filtrasi bertingkat dimulai dari pre-filter yang menyaring partikel > 0.5 mm, kemudian HEPA (High-Efficiency Particulate Air) filter yang mampu menahan partikel hingga ukuran 0.3 µm sehingga menghasilkan aliran udara laminar satu arah yang steril ke dalam area kerja Aliran laminar ini berfungsi mencegah masuknya kontaminan dari luar sekaligus mengeluarkan partikel dari dalam kabinet melalui utility hole. Selain filtrasi udara, sterilisasi fisik juga dapat dilakukan dengan penyinaran UV (ultraviolet) sebelum dan sesudah penggunaan alat untuk membunuh mikroorganisme yang mungkin tertinggal (Sari, 2022).

Di sisi lain, pendekatan sterilisasi kimia menjadi alternatif yang efektif dan ekonomis, terutama dalam konteks medium kultur. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan natrium hipoklorit (NaClO) dengan konsentrasi rendah (0,003%) ke dalam medium mampu mensterilisasi medium secara kimiawi tanpa perlu autoklaf, dengan efektivitas yang setara bahkan lebih tahan lama dalam mencegah kontaminasi endofitik dan bakteri laten. Hal ini sangat relevan dalam skala produksi yang lebih sederhana dan berbiaya rendah (Ribeiro et al., 2024).

Dalam konteks ruang kerja yang lebih luas (seperti ruang inokulasi), kondisi aseptik dapat diwujudkan tanpa bergantung sepenuhnya pada LAF konvensional yang mahal. Studi membuktikan bahwa penggunaan sistem filtrasi udara ruangan (air purifier atau LAF yang difungsikan sebagai pembersih udara ruang) selama minimal 4 jam sebelum aktivitas, dikombinasikan dengan prosedur aseptik yang ketat (seperti penggunaan alat pelindung diri dan sterilisasi permukaan), mampu menciptakan lingkungan yang cukup steril untuk manipulasi kultur (Ribeiro et al., 2024).

Dalam penerapannya untuk Rancang Bangun Ruangan aseptik dengan Instalasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS), prinsip-prinsip tersebut dapat diadaptasi secara integratif. Ruangan atau kabinet kerja dapat didesain dengan sistem filtrasi udara sederhana menggunakan kipas dan HEPA filter, dilengkapi dengan lampu UV untuk sterilisasi permukaan, serta menerapkan protokol aseptik seperti sterilisasi kimia pada medium cair dan peralatan. Pendekatan ini tidak hanya menjamin keberhasilan perbanyakan *Beauveria bassiana* yang bebas kontaminan, tetapi juga membuatnya lebih terjangkau dan dapat diimplementasikan dalam kondisi sumber daya terbatas.

2.3 Agensia Hayati

Menurut PERMENTAN No. 411 tahun 1995, agen hayati didefinisikan sebagai setiap jenis organisme termasuk spesies, subspesies, 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). Penggunaan agensia hayati, seperti cendawan entomopatogen, telah menjadi alternatif yang efektif dalam mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia sintetis. Hal ini sejalan dengan prinsip Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang mengedepankan keseimbangan ekosistem pertanian (Arifin, 2022).

Beauveria bassiana adalah salah satu cendawan entomopatogen yang efektif dalam mengendalikan berbagai jenis serangga hama,

termasuk wereng batang coklat, kutu daun, dan walang sangit. Cendawan ini menginfeksi serangga melalui kontak langsung, menembus kutikula, dan berkembang biak di dalam tubuh inang hingga menyebabkan kematian (Widariyanto et al., 2017).

Keunggulan *Beauveria bassiana* terletak pada spesifisitasnya terhadap hama sasaran dan minimnya dampak negatif terhadap organisme non-target. Penggunaan agensia hayati seperti *Beauveria bassiana* mendukung pertanian berkelanjutan dengan mengurangi residu pestisida kimia di lingkungan dan hasil pertanian. Selain itu, agensia hayati cenderung tidak menyebabkan resistensi pada hama, berbeda dengan pestisida kimia yang dapat memicu perkembangan resistensi. Dengan demikian, agensia hayati berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan kesehatan lingkungan pertanian (Wahjono et al., 2024).

Perbanyakan *Beauveria bassiana* dapat dilakukan secara mandiri oleh petani menggunakan media cair seperti ekstrak kentang gula (EKG). Proses ini melibatkan fermentasi isolat cendawan dalam media nutrisi yang mendukung pertumbuhan dan sporulasi. Dengan teknik yang tepat, petani dapat menghasilkan bioinsektisida secara efisien dan ekonomis, meningkatkan kemandirian dalam pengendalian hama.

Aplikasi *Beauveria bassiana* di lapangan sebaiknya dilakukan pada sore hari untuk menghindari paparan sinar matahari langsung yang dapat mengurangi efektivitas spora. Kelembaban yang tinggi juga mendukung infeksi cendawan pada hama sasaran. Penggunaan perekat atau pembasah dapat meningkatkan adhesi spora pada permukaan tubuh serangga, memperkuat efektivitas pengendalian. Integrasi agensia hayati dalam program PHT melibatkan kombinasi dengan metode pengendalian lainnya, seperti penggunaan varietas tahan hama, rotasi tanaman, dan pengelolaan habitat. Pendekatan ini meningkatkan efektivitas pengendalian hama dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Agensia hayati menjadi komponen penting dalam strategi pengendalian hama yang holistik dan berkelanjutan (Renfiyeni et al., 2023).

2.4 *Beauveria bassiana*

Cendawan *Beauveria*, *Beauveria bassiana*, merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang sering diisolasi dan tersebar secara luas di seluruh dunia. Beauveria memiliki berbagai inang yang luas. Cendawan *Beauveria bassiana* telah digunakan untuk mengendalikan berbagai spesies serangga hama. Awalnya, digunakan untuk pengendalian serangga hama tanah, namun kemampuannya dalam mematikan serangga hama permukaan tanaman juga cukup tinggi. Penggunaannya semakin meluas dalam berbagai komoditas dan ekosistem. Serangga hama yang menjadi sasaran mencakup lebih dari 100 spesies dari berbagai ordo termasuk Coleoptera, Diptera, Homoptera, Hymenoptera, dan Lepidoptera menurut Hidayati et al. (2023).

Jamur Entomopatogenik (jamur yang memangsa hama) dan jamur Antagonis (jamur yang memangsa jamur lain) adalah beberapa jenis agens hayati yang dapat dimanfaatkan dalam upaya pengendalian hayati. Beberapa alasan mengapa jamur-jamur tersebut menjadi pilihan sebagai pengendali hayati adalah karena memiliki kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidup yang pendek, serta mampu membentuk spora yang dapat bertahan lama di alam, bahkan dalam kondisi ekstrim. Selain itu, penggunaannya relatif aman, mudah diproduksi, cocok dengan berbagai insektisida, dan memiliki kemungkinan menimbulkan resistensi hama yang sangat kecil (Kansrini, 2017).

Salah satu jenis entomopatogen yang umum digunakan dalam pengendalian hayati adalah jamur *Beauveria bassiana*. Jamur *Beauveria bassiana* memiliki kapasitas reproduksi yang tinggi, mudah diproduksi, dan mampu membentuk spora yang dapat bertahan lama di alam, terutama dalam kondisi yang kurang menguntungkan (Widayat & Dini, 1993).

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa *Beauveria bassiana* efektif dalam mengendalikan berbagai hama pertanian. Misalnya, aplikasi *Beauveria bassiana* pada hama kutu daun gandum menunjukkan tingkat mortalitas yang tinggi, terutama pada konsentrasi 1×10^8 cfu/ml, dengan efektivitas mencapai 100% pada hari ke-8 setelah aplikasi. Hal ini menegaskan potensi *Beauveria bassiana* sebagai alternatif pengendalian hama yang berkelanjutan (Saif et al., 2024). Produksi massal *Beauveria*

bassiana dalam media cair telah menjadi fokus penelitian untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk. Studi menunjukkan bahwa fermentasi dalam media cair dapat menghasilkan blastospora dengan viabilitas tinggi dan toleransi terhadap pengeringan, serta stabilitas penyimpanan yang baik. Hal ini penting untuk memastikan ketersediaan dan efektivitas produk di lapangan (Hidayati et al., 2024).

Komposisi media cair berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Beauveria bassiana*. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media seperti Potato Dextrose Broth (PDB) dan ekstrak kentang gula (EKG) dapat mendukung pertumbuhan optimal cendawan ini. Perubahan pH dan kandungan nutrisi selama fermentasi juga mempengaruhi densitas blastospora yang dihasilkan (Indriyanti et al., 2022).

Aplikasi *Beauveria bassiana* di lapangan telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam pengendalian hama. Misalnya, penggunaan *Beauveria bassiana* pada tanaman cabai tidak hanya menekan perkembangan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum truncatum*, tetapi juga meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Hal ini menunjukkan manfaat ganda dari penggunaan *Beauveria bassiana* dalam pertanian (Yanty et al., 2024).

Beauveria bassiana memiliki beberapa keunggulan sebagai bioinsektisida, antara lain spesifisitas terhadap hama sasaran, minimnya dampak negatif terhadap organisme non-target, dan rendahnya risiko resistensi hama. Selain itu, cendawan ini dapat diproduksi secara lokal dengan biaya relatif rendah, mendukung pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Meskipun memiliki banyak keunggulan, produksi dan aplikasi *Beauveria bassiana* menghadapi beberapa tantangan, seperti kebutuhan akan kondisi aseptik selama fermentasi, stabilitas produk selama penyimpanan, dan efektivitas di berbagai kondisi lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan fermentor yang sederhana namun efektif, serta formulasi yang stabil, menjadi fokus penting dalam penelitian dan pengembangan (Wahjono et al., 2024).

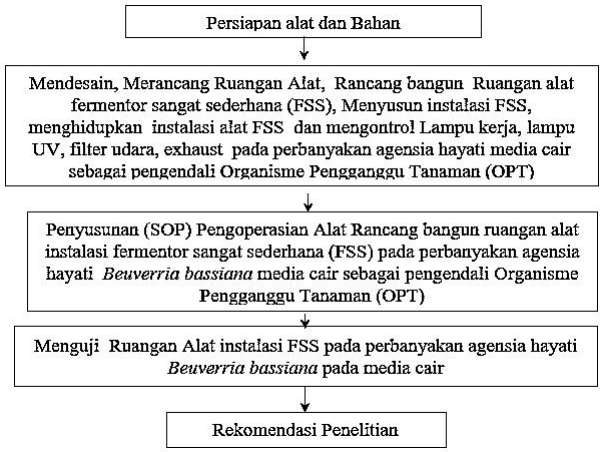
3. Metode Penelitian

Penelitian dimulai dari mengumpulkan alat dan bahan, merancang ruangan aseptik FSS, membuat ruangan atau tempat alat FSS yang dilengkapi dengan Lampu kerja, lampu UV, Filter udara, dan Exhaust. Selanjutnya merangkai instalasi FSS di dalam ruangan, mensterilkan ruangan, inokulasi, menghidupkan instalasi FSS. Pengamatan dilakukan ini menggunakan metode deskriptif yaitu pengamatan visual Ruangan alat FSS pada kontrol Lampu UV, lampu kerja, Filter udara, dan Exhaust berfungsi dengan baik, pengamatan pada media cair terhadap proses perbanyakan, hasil (kontaminasi/ tidak). Bahan uji yang yaitu biakan *Beauverria bassiana*.

Proses perbanyakan agensia hayati media cair berjalan secara normal apabila larutan yang ada di tiga tabung erlenmeyer menghasilkan gelembung udara. Sedangkan untuk mengetahui apakah terjadi kontaminasi atau tidak maka bisa dikontrol di tabung erlenmeyer yang berisi aquades/ air. Apabila air di dalam tabung control tidak keruh dan tidak berbau busuk maka media EKG yang terinokulasi agensia hayati tidak terjadi kontaminasi. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 6 hari (120 Jam). Proses uji alat pada perbanyakan tersebut dilakukan/ diulang tiga kali, data hasil uji dirata-rata dimasukan dalam tabel pengamatan dan ditampilkan diagram gambar.

3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian rancang bangun ruang aseptik Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk perbanyakan agensia hayati *Beauverria bassiana* media cair disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka alur pemikiran penelitian

3.2 Prosedur Kerja

A. Membuat ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS)

Membuat ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) yang dilengkapi dengan meja kerja, tombol on/off, lampu UV, lampu kerja, exhaust dan filter udara.

B. 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 kemudian cuci potongan kentang tersebut
   4. Masukan ke dalam panci dan rebus kentang tersebut sampai setengah matang kemudian disaring
   5. Tambahan gula 10 gram kemudian diaduk sampai larut.
   6. Masukan ekstrak kentang gula tersebut ke dalam erlenmeyer 1000 ml.
   7. Tutup erlenmeyer dengan kapas dan dilapisi aluminium foil dan diikat dengan benang boll
   8. Sterilisasi media EKG tersebut ke dalam autoclap pada suhu 121 derajat celcius dengan tekanan 15 psi selama 30 menit.
   9. Dinginkan media EKG tersebut dan siap dinokulasi dengan biakan agensia hayati di meja dalam ruangan instalasi FSS.

C. Merangkai Ruang aseptik terintegrasi FSS dan Inokulai biakan *Beauverria bassiana* pada media Ekstrak Kentang Gula (EKG) dengan cara yaitu:
   1. Semprotkan alkohol 70 % pada meja kerja dalam ruangan alat FSS sehingga ruangan aseptik dan steril
   2. Siapkan lampu bunsen, alkohol, aquades, media EKG pada meja ruangan FSS
   3. Siapkan instalasi FSS yaitu rangkaian dari Aerator, tabung erlenmeyer yang berisi KMnO4, media EKG dan aquades sebagai kontrol
   4. Hidupkan lampu kerja dan Blower
   5. Lakukan inokulasi Biakan murni *Beauverria bassiana* pada media EKG secara aseptik di dalam ruangan FSS
   6. Hidupkan Instalasi FSS sehingga alat FSS bekerja dengan lancar yang ditandai semua tabung erlenmeyer yang berisi larutan KMnO4, media EKG dan Aquades bergelembung.
   7. Lakukan pengamatan setiap hari selama 6 hari, apakah terjadi kontaminasi atau tidak pada media EKG.

D. Standart Operasional Prosedur (SOP) Penggunaan ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk Perbanyakan Agensia Hayati *Beauveria bassiana* media cair :
   1. Siapkan ruangan alat instalasi FSS hasil dari rancang bangun
   2. Siapkan alat seperti bunsen, jarum ose, erlenmeyer 250 ml, hand sprayer, korek api
   3. Siapkan media EKG, Biakan murni *Beauverria bassiana*, alkohol spirtus
   4. Masukan alat bunsen, erlenmeyer, jarum ose yang telah dibersihkan ke dalam ruangan/ meja kerja instalasi FSS. Hidupkan Alat Ruangan instalasi dengan menekan tombol lampu UV selama 1 jam
   5. Setelah 1 jam matikan lampu UV, tunggu 30 menit sebelum ruangan instalasi digunakan
   6. Isi alkohol pada 1/2 dari volume hand sprayer dan erlenmeyer selanjutnya isi spirtus pada bunsen
   7. Hidupkan lampu bunsen
   8. Lakukan inokulasi biakan *Beauverria bassiana* ke dalam media EKG dan tutup media EKG
   9. Matikan lampu bunsen, keluarkan lampu bunsen, erlenmeyer dan jarum ose
   10. Buat rangkaian instalasi FSS di dalam ruangan alat instalasi
   11. Masukan bahan KMnO4 ke tabung erlenmeyer 1, Media EKG terinokulasi biakan agensia hayati dan tabung erlenmeyer 3 besisi aquades.
   12. Buat instalasi yang saling menghubungkan sesuai dengan desain gambar.
   13. Hidupkan aerator, Apabila masing-masing larutan dalam 3 tabung

erlenmeyer bergelembung maka alat FSS berfungsi dengan baik.

14. Kontrol di tabung erlenmeyer 3 yang berisi aquades. Apabila jadi airnya keruh dan baunya busuk maka proses perbanyakan terjadi kontaminasi

3.3 Parameter Pengamatan

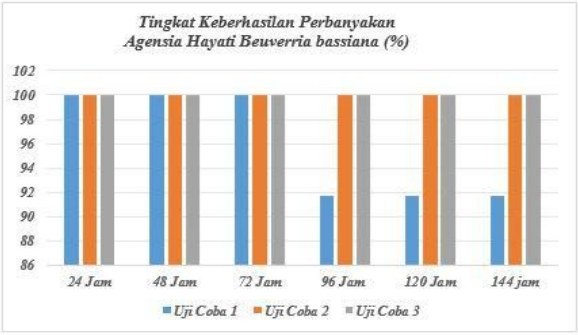
1. Mengamati secara visual pada masing-masing tabung erlenmeyer apakah mengalami kebocoran di bagian tutup dan sambungan selang. Apabila mengalami kebocoran maka tidak ada gelembung udara pada larutan yang ada di 3 erlenmeyer.
2. Pengamatan kontaminasi media EKG yang terinokulasi. Mengamati air pada tabung erlenmeyer yang berisi aquades. Apabila airnya keruh dan tercium bau busuk pada bagian selang terakhir maka media EKG terinokulasi agensia hayati terjadi kontaminasi. Pengamatan dilakukan selama 6 hari (144 Jam).

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengamatan Uji Coba ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk Perbanyakan Agensia Hayati *Beauveria bassiana* media cair (%)

Waktu	Uji Coba 1	Uji Coba 2	Uji Coba 3
24 Jam	100	100	100
48 Jam	100	100	100
72 Jam	100	100	100
96 Jam	91.67	100	100
120 Jam	91.67	100	100
144 jam	91.67	100	100

Gambar 2. Diagram Tingkat Keberhasilan Perbanyakan Pada Agensia Hayati *Beauverria bassiana (%)*



Gambar 3. Diagram Tingkat Keberhasilan Perbanyakan Pada Agensia Hayati *Beauverria bassiana (%)*

Hasil Rancang Bangun Ruang Aseptik FSS:



Gambar 4. Tampak Depan



Gambar 5. Tampak samping

Ruang aseptik terintegrasi FSS ini dilengkapi tombol on/off, filter udara, lampu UV dan lampu kerja. Di samping itu juga terdapat lubang disisi samping kanan kiri digunakan untuk memasukan selang jika digunakan untuk perbanyakan agensia hayati. Proses inokulasi agensia hayati *Beauveria bassiana* pada media EKG langsung dilakukan di dalam rungaan sehingga ruangan ini berfungsi sebagai tempat inokulasi sekaligus perbanyakan agensia hayati.

Perhatikan Gambar 4 dan Gambar 5 yang menampilkan tampak depan dan tampak samping ruang aseptik terintegrasi FSS. Ruangan ini dirancang sebagai sistem kerja tertutup yang berfungsi untuk mendukung proses inokulasi dan perbanyakan agensia hayati *Beauveria bassiana* secara teknis, terkontrol, dan higienis. Bandingkan kondisi operasional sebelum dan sesudah penerapan ruangan FSS. Sebelum adanya ruangan FSS, proses inokulasi dan perbanyakan agensia hayati dilakukan pada ruangan konvensional tanpa sistem pengendalian lingkungan yang terintegrasi. Kondisi tersebut

ditandai dengan tidak adanya kontrol aliran udara, sterilisasi ruang yang terbatas, serta tingginya potensi kontaminasi oleh mikroorganisme asing dari lingkungan sekitar. Akibatnya, kualitas inokulasi dan konsistensi hasil perbanyakan agensia hayati sulit dipertahankan. Ruangan ini dilengkapi dengan sistem blower yang berfungsi mengatur sirkulasi dan arah aliran udara di dalam ruang kerja. Keberadaan blower memungkinkan terciptanya kondisi udara yang lebih stabil serta meminimalkan masuknya partikel debu dan kontaminan. Pada kondisi sebelumnya, sirkulasi udara hanya bergantung pada ventilasi alami, sehingga tingkat kebersihan udara tidak dapat dikendalikan secara optimal. Evaluasi peran lampu ultraviolet (UV) dalam menjaga tingkat sterilitas ruangan. Lampu UV digunakan sebagai sistem sterilisasi non-kimia yang efektif untuk menekan keberadaan mikroorganisme di udara maupun pada permukaan kerja sebelum dan sesudah proses inokulasi. Pada metode konvensional, sterilisasi hanya difokuskan pada alat dan media tanam, tanpa perlakuan khusus pada ruang kerja. Dengan demikian, penerapan lampu UV pada ruangan FSS memberikan peningkatan signifikan terhadap keamanan biologis selama proses inokulasi. Fungsi lampu kerja untuk pencahayaan yang memadai berperan penting dalam mendukung ketepatan operator saat melakukan inokulasi *Beauveria bassiana* pada media EKG. Pencahayaan yang terkontrol juga mengurangi risiko kesalahan teknis akibat keterbatasan visual, yang sebelumnya sering terjadi pada ruangan dengan pencahayaan umum. Analisis desain lubang akses di sisi kanan dan kiri ruangan sebagai bagian dari sistem perbanyakan agensia hayati.

Lubang ini dirancang sebagai jalur masuk selang tanpa perlu membuka ruang utama, sehingga kontinuitas kondisi steril tetap terjaga. Secara teknis, desain ini meningkatkan efisiensi proses perbanyakan dan menurunkan risiko kontaminasi yang umum terjadi pada metode konvensional. Dengan adanya ruangan FSS, proses inokulasi *Beauveria bassiana* pada media EKG dapat dilakukan langsung di dalam ruang yang sama dengan proses perbanyakan. Integrasi fungsi inokulasi dan perbanyakan dalam satu ruangan tertutup mengurangi frekuensi pemindahan media, memperpendek waktu operasional, serta meningkatkan konsistensi hasil produksi agensia hayati. Secara keseluruhan, evaluasi menunjukkan bahwa rancang bangun ruangan alat instalasi FSS memberikan peningkatan nyata dibandingkan kondisi sebelum penerapannya, khususnya pada aspek sterilitas lingkungan, kontrol aliran udara, keamanan proses biologis, dan efisiensi operasional. Oleh karena itu, ruangan FSS dapat dinyatakan layak secara teknis untuk digunakan sebagai fasilitas utama dalam proses inokulasi dan perbanyakan agensia hayati *Beauveria bassiana.*

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai rancang bangun ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk Perbanyakan Agensia Hayati *Beauveria bassiana* media cair dapat disimpulkan bahwa:

a. Rancang bangun ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk Perbanyakan Agensia Hayati Beauveria bassiana media cair mampu berfungsi dengan baik sebagai sarana inokulasi dan perbanyakan agens hayati *Beauveria bassiana* di laboratorium.
b. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan desain ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk Perbanyakan Agensia Hayati *Beauveria bassiana* media cair.
c. Standart Operasional Prosedur (SOP) operasional yang dihasilkan bersifat aplikatif dan adaptif, dapat digunakan untuk perbanyakan agensi hayati di laboratorium.
d. Hasil uji kinerja ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk Perbanyakan Agensia Hayati *Beauveria bassiana* media cair menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi, yaitu berkisar antara 91,7% hingga 100%, yang mengindikasikan bahwa kondisi aseptik dapat tercapai secara optimal meskipun menggunakan fasilitas sederhana.

5.2 Saran

Rancang bangun ruang aseptik terintegrasi Fermentor Sangat Sederhana (FSS) untuk Perbanyakan Agensia Hayati *Beauveria bassiana* media cair dapat ditingkatkan

fungsinya dengan memodifikasi ruangan yang dapat digunakan untuk inokulasi dan perbanyakan jamur, bakteri, dll yang terkontrol secara digital.

6. 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.

7. Daftar Pustaka

Arifin, M. (2022). Pengendalian Hama Terpadu: Pendekatan dalam Mewujudkan Pertanian Organik Rasional. Iptek Tanaman Pangan, 7(2), 98–107.

Baruno, A. (2021). Ideguru: *Jurnal Karya Ilmiah Guru Modifikasi Laminar sebagai Alat Pembelajaran Biologi SMA Materi Mikroorganisme Laminar Modification as Senior High School Learning Apparatus on Microorganism Subject. 6*(1), 44–49.

Harjanto, S. (2017). Peran Laminar Air Flow Cabinet dalam Uji Mikroorganisme untuk Menunjang Keselamatan Kerja Mahasiswa di Laboraturium Mikrobiologi. *Metana, 13*(2), 55-57.

Hidayati, D. N., Apriyanto, D., Pertanian, F., Bengkulu, U., Info, A., & Pertanian, F. (2024). Infeksi Cendawan Endofit *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Tanaman Kedelai (*Glycine max (L.*) Merryl) dan Pengaruhnya terhadap Kutu Daun (*Aphis glycines Matsumura*) Infection of the endophytic fungus Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemi. *Seminar Nasional Perlindungan Tanaman (SNPT), 2*, 205–214.

Indriyanti, D. R., Alfien, M. Y., Bintari, S. H., Setiati, N., Sumantri, G., & Prarastyani, H. (2022). *Beauveria bassiana* Growth and Development in Various Liquid Media. *Biosaintifika, 14*(3), 428–434. https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v14i3. 39705

Qisthi, R. T., K., N., Khatima, H., Chamila, A., Hikmah, N., Sambopaillin, S., Ainun, Y. Z., Aksah, I., Paramita, L., & Setiawan, P. (2021). *Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura.*

Renfiyeni, Afrini, D., Mahmud, Nelvi, Y., Harissatria, Surtina6, D., & Elinda, F. (2023). Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Cabai. In *Communnity Development Journal* (Vol. 4, Issue 2).

Ribeiro, J. M., Souza, J. C. De, Ribeiro, B. L., Rosa, A., Carolinne, C., Ferreira, D. S., Caxias, S., & Teixeira, S. L. (2024). *Aseptic manipulation of cultures outside the laminar flow hood. 18*(05), 248–252.

Roswanjaya, Y. P., Saryanah, N. A., & Devy, L. (2022). Conidia Production of Beauveria Bassiana in Solid Substrate Fermentation Using a Biphasic System. *KnE Life Sciences, 2022*,648–663. https://doi.org/10.18502/kls.v7i3.11169

Saif, I., Sufyan, M., Baboo, I., Jabbar, M.,

Shafiq, A., Saif, R. N., Liaqat, U., & Lackner, M. (2024). Efficacy of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae against wheat aphid. *Eurobiotech Journal, 8*(1), 23–31. https://doi.org/10.2478/ebtj-2024-0003

Salikin, K. A. (2021). Sistem Pertanian Berkelanjutan. In *Kluwer Academic Publisher, Boston* (Vol. 8, Issue 3).

Sari, Y. P. (2022). Design and Construction of a Mini Laminar Airflow Cabinet to Support

Laboratory Activities in Aseptic Condition. 23(11), 281–285.

Wahjono, T. E., Yuliani, Y., & Hadiyanto. (2024). Pathogen Biopesticide Producer as an Effective Environmentally Friendly Alternative and and. *Jurnal Ilmiah Agrineca, 24*(1), 97–112.

Widariyanto, R., Pinem, M. I., & Zahara, F. (2017). Patogenitas Beberapa Cendawa Entomopatogen(Lecanicillium lecanii, Metarhizium anisopliae, dan *Beauveria bassiana*) terhadap Aphis glycines pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU, 11*(1), 92–105.

Yanty, D. P., Trizelia, T., Darnetty, D., & Trisno, J. (2024). Ability of Beauveria bassiana to suppress Colletotrichum truncatum and increase the growth of chili plants (*Capsicum annuum*). *Jpt Jurnal Proteksi Tanaman (Journal of Plant Protection),*

8(1),42.https://doi.org/10.25077/jpt.8.1.42-52.2024