

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di daerah tropis serta dilewati rangkaian gunung berapi sehingga tanahnya subur untuk dijadikan lahan pertanian. Namun, luas lahan pertanian di Indonesia tidak dibarengi dengan praktik pertanian berkelanjutan yang berwawasan pada penyelamatan lingkungan hidup. Menurut FAO (2023), pada tahun 2019 Indonesia tercatat memiliki luas areal lahan pertanian sebesar 62,30 juta ha dengan luas areal lahan pertanian organik sebesar 251.140 ha. Lahan baku sawah di Indonesia sebesar 7.463.948 ha dengan lahan produksi beras organik hanya sebesar 53.974,19 ha di tahun 2019 (Aliansi Organik Indonesia, 2019). Data tersebut menunjukkan bahwa di Indonesia masih didominasi oleh pertanian konvensional yang menggunakan bahan non-organik dalam pelaksanaan budidaya pertaniannya.

Penggunaan pestisida sudah menjadi budaya dalam kalangan petani karena lebih cepat menangani dalam penanganan hama dan penyakit tanaman. Namun, sebagian besar penggunaan pestisida tidak ideal karena dapat mengancam keberadaan ekosistem yang berada di lahan dan tidak ramah lingkungan. Menurut penelitian Khan *et al.* (2023), sekitar 0,1% pestisida hanya membunuh sasarannya sedangkan sisanya mencemari ekosistem. Pestisida yang digunakan berulang kali dapat meningkatkan masalah pembentukan tanah seperti degradasi, adsorpsi, desorpsi maupun gangguan distribusi mikroorganisme maupun zat lain yang dibutuhkan tanaman.

Berdasarkan penelusuran pada website www.pestisida.id terdapat 441 perusahaan yang terdaftar sebagai produsen pestisida (Ditjen PSP, 2024). Lima puluh perusahaan yang dipilih secara acak oleh penulis mempunyai produk sebanyak 260 merek pestisida yang meliputi insektisida, bakterisida, zat pengatur pertumbuhan maupun herbisida. Hasil penelusuran menunjukkan terdapat 4

perusahaan yang memproduksi biopestisida dengan 8 jenis merek biopestisida yang meliputi *Beauveria bassiana* (3 merek), *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus* sp., *Corynebacterium*, *Gliocadium* sp.

Praktik pertanian berkelanjutan menjadi hal penting untuk segera digencarkan sebagai antisipasi atas tantangan isu lingkungan, perubahan iklim maupun degradasi tanah yang semakin terasa. Peningkatan produktivitas pertanian dapat dicapai dengan banyak cara, seperti melalui peningkatan hasil panen dengan menyediakan pupuk kandang dan pengolahan berbasis organik, termasuk biopestisida atau dengan membatasi kehilangan hasil akibat kondisi lingkungan yang ekstrem seperti tekanan biotik dan abiotik (Pathak *et al.*, 2018).

Pengendalian hama terpadu (PHT) merupakan pengendalian hama yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif dalam PHT adalah menggunakan jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen adalah mikroorganisme yang mempunyai kemampuan menginfeksi, bersifat parasit dan membunuh serangga hama sehingga dapat digunakan sebagai biopestisida dalam pertanian organik. Jamur entomopatogen tidak termasuk dalam satu kelompok *monofiletik*. Terdapat sekitar 12 spesies yang diketahui dari *Oomycetes*, 399 spesies dari *Microsporidia*, 65 spesies dari *Chytridiomycota*, 474 spesies dari *Entomophthoromycota*, 283 spesies dari *Basidiomycota* dan total 476 spesies dari *Ascomycota* (Khan *et al.*, 2023).

Penerapan PHT dengan pemanfaatan jamur entomopatogen di tingkat petani masih sedikit. Penelitian Pamungkas *et al.* (2020) menyebutkan bahwa tingkat adopsi petani terhadap penggunaan musuh alami sebesar 55,5% responden. Hal tersebut menunjukkan tingkat penerapan pemanfaatan musuh alami dalam PHT tergolong rendah. Faktor yang memengaruhi minimnya pemanfaatan musuh alami dalam PHT adalah pengetahuan dan keterampilan petani serta minimnya teknologi pengembangan jamur entomopatogen. Diperlukan pengembangan teknologi untuk memproduksi jamur entomopatogen secara massal untuk mendorong peningkatan penggunaan agen hayati untuk pengendalian penyakit tanaman. Hal tersebut didukung oleh pendapat Day *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa penggunaan agen hayati untuk pengendalian penyakit terbatas dikarenakan terbatasnya agen hayati yang diproduksi secara massal dan dapat digunakan secara komersial.

Produksi jamur entomopatogen secara massal bergantung pada tempat atau teknik yang digunakan. Perbanyakan jamur entomopatogen dapat dilakukan dengan cara *in vivo* maupun *in vitro*. Perbanyakan jamur secara *in vivo* memerlukan peralatan laboratorium yang cukup mahal untuk memproduksi jamur entomopatogen dengan kuantitas yang banyak. Perbanyakan jamur secara *in vitro* dapat dilakukan pada beberapa jamur entomopatogen namun, hal tersebut dapat memengaruhi kualitas dan virulensinya. Menurut Sari dan Khobir (2020), proses perbanyakan secara *in vitro* dapat terjadi penurunan kualitas dan virulensinya yang disebabkan karena berkurangnya sumber kitin dan protein di media perbanyakan. Oleh karena itu, sangat diperlukan teknik perbanyakan dan cara aplikasi yang bisa mempertahankan kualitas jamur untuk menginfeksi serangga.

Proses produksi jamur entomopatogen yang sering dilakukan petani yaitu dengan memperbanyak biakan jamur entomopatogen menggunakan plastik sebagai bioreaktor. Penggunaan bahan plastik dalam perbanyakan jamur entomopatogen digunakan untuk memperbanyak jamur genus *Metarhizium* dan juga digunakan untuk memperbanyak jamur *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Penicillium frequentans*, *Lasiodiplodia pseudotheobromae* dan lain sebagainya (Méndez-González *et al.*, 2017). Penggunaan plastik dalam perbanyakan jamur entomopatogen memerlukan keterampilan dan waktu yang cukup lama karena harus memasukkan media perbanyakan dan *starter* satu persatu ke dalam plastik serta harus memastikan kondisi agar tetap steril.

Bioreaktor yang dapat digunakan untuk perbanyakan jamur entomopatogen dengan kuantitas yang lebih banyak dari pada plastik antara lain *tray bioreactors*, *agitated bioreactors* dan *packed column bioreactors*. Kendala yang dihadapi dalam perbanyakan jamur entomopatogen menggunakan bioreaktor yaitu menjaga sterilitas alat supaya jamur tidak terkontaminasi. Pembuatan bioreaktor cukup mahal dan rumit dikarenakan banyak hal seperti sistem aerasi, suhu, kelembapan dan pH yang harus dikontrol (Dursun *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bioreaktor sebagai alat perbanyakan jamur entomopatogen atau bioreaktor untuk meningkatkan produksi jamur entomopatogen yang dapat

meminimalkan kontaminasi pada saat proses inkubasi dengan model sederhana agar lebih ekonomis.

Tray bioreactors mempunyai bentuk dan cara kerja yang sederhana dengan baki bertumpuk sebagai wadah media perbanyakan. Namun, bioreaktor ini tidak mendukung untuk digunakan dalam produksi skala besar. Selain itu, pemeliharaan kondisi aseptik pada saat inkubasi relatif sulit. *Agitated bioreactors* mempunyai drum berbentuk silinder dengan dilengkapi motor penggerak yang dapat memutar alat. Drum diputar secara horizontal yang dapat memberikan kondisi aerasi yang baik di dalam alat. Motor penggerak dilengkapi dengan bilah berputar yang berfungsi untuk menyeragamkan kondisi substrat. *Packed column bioreactors* dilengkapi dengan pengaturan suhu menggunakan air dan dapat mempertahankan kondisi suhu sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, bioreaktor jenis ini memungkinkan untuk dilakukan pengukuran konsentrasi karbondioksida dan oksigen yang masuk dan keluar untuk menjaga pertumbuhan jamur tetap terjaga. Kekurangan bioreaktor ini adalah sulit dalam pengisian dan pengosongan bioreaktor (Méndez-González *et al.*, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan pengembangan bioreaktor yang dapat meningkatkan produksi jamur entomopatogen dengan proses penggunaan bioreaktor yang lebih mudah supaya dapat diaplikasikan petani secara mandiri. Penulis membuat rancang bangun prototipe bioreaktor yaitu model alat yang digunakan untuk memperbanyak jamur entomopatogen.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pembuatan rancang bangun prototipe *bait box* adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun prototipe *bait box* sebagai bioreaktor jamur entomopatogen?
2. Bagaimana aplikasi *bait box* sebagai bioreaktor jamur entomopatogen?
3. Bagaimana kualitas jamur *Metarhizium* sp yang diperbanyak menggunakan *bait box*?

1.3 Cakupan dan Batasan Masalah

Cakupan dalam pembuatan prototipe *bait box* adalah mendesain *bait box*, membuat *bait box* dan memproduksi jamur entomopatogen dengan *bait box*. Batasan masalah dalam pembuatan prototipe ini adalah efektivitas penggunaan *bait box* dalam memproduksi jamur entomopatogen dengan teknik produksi jamur entomopatogen lainnya, serta pengujian alat dilakukan menggunakan *Metarhizium* sp..

1.4 Tujuan

Tujuan dalam pembuatan prototipe *bait box* adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat prototipe *bait box* sebagai bioreaktor jamur entomopatogen.
2. Mengaplikasikan *bait box* sebagai bioreaktor jamur entomopatogen.
3. Mengetahui kualitas jamur *Metarhizium* sp yang diperbanyak menggunakan *bait box*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi teknologi yang bermanfaat untuk pengembangan jamur entomopatogen untuk mendukung pertanian berbasis organik.
2. Menjadi sumber informasi mengenai bioreaktor atau alat perbanyak jamur entomopatogen bagi masyarakat, pemerintah maupun instansi terkait.
3. Menjadi sumber referensi dalam penelitian bioreaktor jamur entomopatogen.