

Testing of Biocontrol Agent Candidates Against Important Insect Pests in Rice Plants (*Oryza sativa* L.)

Pengujian Kandidat Agen Biokontrol terhadap Serangga Hama Penting pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Antika Dhuwi Anggreini¹⁾, Dr.Ir. Sutarman M.P.²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Dosen Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email : Sutarman@umsida.ac.id

Abstract. *This study aims to test biocontrol agent candidates including Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae and Trichoderma Sp. in suppressing insect attacks of important pests on rice plants. The experiment in this study used a split-plot design. As the main plot is the application of Trichoderma, while the child plot is the application of entomopathogenic fungi. The combination of these two factors is Without Trichoderma sp. and Without entomopathogens, Without Trichoderma sp. and B. bassiana, Without Trichoderma sp. and M. anisopliae, Trichoderma sp. and B. bassiana, Trichoderma sp and M. anisopliae, Trichoderma sp and Without entomopathogens. Each treatment was repeated 4 times, resulting in 24 experimental units. The observational data were processed using Variety Analysts at the level of 1% followed by the LSD test at the level of 1% to determine the difference in influence between treatments. The application of the biological agent of the fungi Trichoderma Sp. combined with Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae as entomopathogenic fungi has a very noticeable effect in helping to protect the vegetative growth of rice plants by producing the highest average of 99.92 cm, the highest number of leaves of 65.46 strands, and the highest number of saplings was 39.15 at the end of the vegetative period, which was 56 days after planting (HST) and reduced the intensity of orong-orong pest disturbance by average from 36.46% to 5.21% and stem borer pests from 42.71% to 4.17%.*

Keywords - Rice plants; biocontrol agents; insect pests of rice

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk menguji kandidat agen biokontrol antara lain Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae dan Trichoderma Sp. dalam menekan serangan serangga hama penting pada tanaman padi. Percobaan dalam penelitian ini menggunakan rancangan petak terbagi (Split-Plot). Sebagai petak utama adalah aplikasi Trichoderma, sedangkan anak petak adalah aplikasi fungi entomopatogen. Kombinasi dari kedua faktor tersebut adalah Tanpa Trichoderma sp. dan Tanpa entomopatogen, Tanpa Trichoderma sp. dan B. bassiana, Tanpa Trichoderma sp. dan M. anisopliae, Trichoderma sp. dan B. bassiana, Trichoderma sp dan M. anisopliae, Trichoderma sp dan Tanpa entomopatogen. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Data hasil pengamatan diolah dengan menggunakan Analis Ragam pada taraf 1% yang dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 1% untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan. Aplikasi agen hayati fungi Trichoderma Sp. yang dikombinasikan dengan Beauveria bassiana dan Metarhizium anisopliae sebagai fungi entomopatogen berpengaruh sangat nyata dalam membantu melindungi pertumbuhan vegetatif tanaman padi dengan menghasilkan rata-rata tertinggi 99.92 cm, jumlah daun terbanyak sebesar 65.46 helai, dan jumlah anakan tertinggi sebanyak 39.15 pada akhir masa vegetatif yaitu 56 hari setelah tanam (HST) serta menurunkan intensitas gangguan hama orong-orong dengan rata-rata dari 36.46% menjadi 5,21% dan hama penggerek batang dari 42.71% menjadi sebesar 4,17%.*

Kata kunci - Tanaman padi; agen biokontrol; serangga hama padi

I. PENDAHULUAN

Padi (*Oryza Sativa* L.) merupakan salah satu tanaman budidaya terpenting sebagai komoditas tanaman pangan di Indonesia yang menghasilkan beras, hampir seluruh masyarakat di Indonesia dari berbagai kalangan mengkonsumsi nasi yang diperoleh dari tanaman padi. Serangan hama dalam budidaya tanaman padi sawah merupakan kendala utama yang dapat menyebabkan gangguan produksi bahkan kegagalan panen. Produksi padi di Indonesia pada tahun 2021 sebesar 10,52 juta hektar, dan terjadi penurunan sebanyak 141,95 ribu hektar atau 1,33 persen dibandingkan luas panen padi di tahun 2020 yang sebesar 10,66 juta hektar. Secara nasional telah terjadi penurunan realisasi luas lahan panen pada tahun 2021 yang sebesar 8,77 juta Ha dibandingkan tahun 2020 sebesar 9,01 juta Ha [1]. Penurunan ini diduga akan terjadi pada tahun 2022 dan berpotensi akan bertambah pada tahun-tahun berikutnya. Sebagian penurunan ini disebabkan oleh gangguan serangan hama.

Permasalahan yang dihadapi petani terkait serangan hama pada tanaman padi terjadi bukan saja pada fase vegetatif, tetapi juga hingga ke fase generatif yang akhirnya dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas produksi padi. Untuk mengatasi hal tersebut sampai saat ini banyak petani dan masyarakat mengartikan bawa dalam mengendalikan hama harus dengan pestisida kimia. Apabila diketahui bahwa tanaman budidaya terganggu atau terserang hama, biasanya petani langsung mencari pestisida untuk disemprotkan pada tanamannya[2].

Kekhawatiran akan datangnya hama mendorong petani untuk melakukan pencegahan melalui penyemprotan pestisida secara rutin atau terjadwal. Penyemprotan dilakukan pada kondisi tertentu atau pada tingkat tumbuh tanaman tertentu tanpa mempertimbangkan kondisi populasi hama di lapangan, akibatnya penyemprotan pestisida melebihi dosis atau konsentrasi dengan frekuensi tinggi. Praktek pengendalian hama yang bergantung pada pestisida kimia disebut pemberantasan hama konvensional. Pemberantasan hama konvensional sangat tidak efektif karena dampak yang ditimbulkan memiliki resiko yang besar bagi kesehatan dan ekologis. Selain itu pestisida kimia yang overdosis dapat menimbulkan terjadinya resistensi, resurgensi, dan ledakan hama sekunder atau hama kedua, sehingga tingkat populasi hama nantinya akan semakin sulit dikendalikan. Beberapa jenis serangga terutama dari ordo *Lepidoptera*, *Orthoptera*, dan *Homoptera* telah terbukti menjadi hama tanaman padi yang bersifat sangat merusak. Salah satu jenis kupu-kupu (*Lepidoptera*) yang dapat menggagalkan panen adalah hama putih (*Nymphula depunctalis*) yang menggerek batang tanaman dari dalam; sementara itu dari jenis-jenis wereng (*Homoptera*), kemudian orong-orong (*Gryllotalpa spp.*). Sementara itu serangga ordo Hemiptera yang sering ditemukan sebagai hama pada padi sawah adalah kepik hijau (*Nezara viridula*) dan hispa padi (*Diclandispa armigera*)[3].

Di antara beberapa hama yang sering ditemukan menyerang tanaman padi, penggerek batang adalah jenis-jenis yang cukup merusak dan investasinya pada awal pertumbuhan tanaman seringkali tidak terduga. Serangga hama penggerek batang ini pada awalnya kemunculan serangannya ditandai dengan adanya ngengat (kupu-kupu) di sekitar persemaian. Beberapa hari setelah imago meletakkan telurnya pada anakan di persemaian atau pada tanaman muda di pertanaman, maka larva muda siap melakukan serangan dengan menggerek batang dari bagian dalam hingga memutus jaringan penyalur air dan nutrisi tanaman. Serangan penggerek batang padi putih (*Scirpophaga Innotata*) pada fase persemaian akan menyebabkan gejala sundep, sedangkan pada fase generatif akan memunculkan gejala beluk. Upaya yang dilakukan oleh hampir seluruh petani untuk mencegah kerugian akibat serangan beberapa jenis serangga hama khususnya hama penggerek batang dan orong-orong ini adalah dengan memaksimalkan penggunaan insektisida kimia sintesis toksik.

Di lain pihak bahan aktif insektisida berdampak negatif bagi organisme bukan hama yang justru membantu pertumbuhan tanaman[4]. Bahan aktif pestisida juga akan memunculkan resistensi organisme pengganggu[5] serta mempengaruhi reaksi kimia tanah dan mengubah kesuburan tanah secara fisik dan biologi tanah yang berujung pada penurunan produktivitas tanah itu sendiri[6]. Gangguan akibat pestisida kimia adalah munculnya kerusakan dan instabilitas pada ekosistem pertanian[7] yang secara luas akan menyebabkan terjadinya tanah, badan air, dan berbagai pencemaran lingkungan lainnya[8]. Berbagai publikasi juga telah membuktikan bahwa bahan aktif pestisida kimia sintesis dapat mengancam baik langsung maupun tidak langsung kesehatan manusia[9]. Dengan berbagai pertimbangan dampak negatif tersebut, maka berbagai riset yang bertujuan mencari alternatif bahan penekan dan pembunuh hama yang efektif namun aman bagi lingkungan, operator, dan mencegah resistensi bagi hama sangat mendesak dilakukan.

Aplikasi insektisida dan/atau bersama-sama dengan penggunaan bahan kimia sintesis sebagai pemupukan juga akan mengganggu ketersediaan nutrisi bagi tanaman dan menurunkan kualitas daya dukung lahan melalui proses pendegradasian secara kimia, biologi, dan fisik tanah pada lapisan olah[10]. Ancaman kerusakan tanah pada lahan pertanian melalui kegiatan pengendalian hama dan pemupukan berbasis bahan kimia sintesis kiranya dapat dicegah dengan memanfaatkan bahan alternatif ramah lingkungan khususnya melalui kinerja agen hayati berupa fungi entomopatogen dan fungi yang dapat menghasilkan senyawa yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan serangga hama. Pemanfaatan agen hayati yang memiliki keunggulan dalam membantu proses fisiologis tanaman secara tidak langsung dapat memulihkan kesehatan tanah dan kemampuan tanaman dalam mengoptimalkan nutrisi yang diperoleh dari lingkungannya[11]. Hingga saat ini setidaknya ada tiga genus fungi yang banyak diuji kinerjanya untuk melindungi tanaman dari serangan hama dan diduga dapat membantu kesehatan tanaman yaitu: *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, dan *Trichoderma Sp.*

Agen hayati memberi arti bahwa fungi yang digunakan adalah organisme yang memiliki fungsi tertentu; dalam hal ini adalah fungsi biokontrol karena kemampuannya mengendalikan organisme pengganggu tanaman dalam hal ini *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* adalah fungi entomopatogen yang dapat digunakan sebagai pengendali hayati serangga hama. Pengertian agen hayati juga memiliki makna sebagai organisme yang memiliki fungsi tertentu yang dalam hal ini lebih bersifat membantu memberikan nutrisi; dengan demikian pengertiannya agen hayati juga berlaku untuk fungi *Trichoderma* sebagai fungi yang berperan dalam biofertilisasi yang bermanfaat bagi tanaman[12].

Beberapa fungi entomopatogen penting dalam pemanfaatannya sebagai agen hayati pengendalian serangga hama di antaranya adalah *Metarhizium anisopliae*, *Metarhizium flaviviridae*, *Beauveria bassiana*, *Nomuraea rileyi*, dan *Verticillium lecanii*. Fungi entomopatogen *B. bassiana* telah terbukti potensinya pada berbagai penelitian mampu menimbulkan penyakit bagi larva *Lepidoptera*, bahkan telah dilaporkan efektif membunuh serangga pradewasa

maupun imago kupu-kupu (*Lepidoptera*) dan kutu (*Homoptera*). Fungi *B. bassiana* mampu melekat di permukaan tubuh serangga dan menginfeksi kutikula inangnya dan menembus jaringan tubuh inang untuk mendapatkan makanan hingga serangga mengalami kematian[13]. Sementara itu Fungi *Metarhizium anisopliae* juga memiliki kemampuan menimbulkan penyakit pada larva menyebabkan penurunan daya makan secara drastis dan akhirnya mengalami kematian[14]. Aplikasi propagul fungi entomopatogen ini yang diformulasi dengan bahan organik tertentu efektif memulai serangan sehingga menimbulkan kematian bagi serangga hama[15]. Indikasi keberhasilan sebagai penyebab penyakit serangga di lapangan adalah tampak tubuh serangga kaku, diikuti proses kematian serangga dan tubuhnya mengeras, dan tahap akhir tampak miselia menyelimuti tubuh inang yang mati disertai kemunculan spora fungi[16].

Ketiga fungi agen hayati yaitu *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* serta *Trichoderma asperellum* di samping memiliki kemampuan mengembangbiakkan sel-sel hifanya untuk menembus lingkungan hidupnya juga menghasilkan substansi secara ekstraseluler yang dapat mensubstitusi peran bahan aktif pestisida kimia yang dapat menekan organisme lain yang dalam hal ini serangan hama dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman[17]. Sementara itu penggunaan agen hayati ini aman bagi lingkungan dan tidak menekan organisme non target, selektif terhadap inang atau jenis hama, dan tidak memunculkan kekebalan bagi hama. Di samping mudah dalam produksi dan formulasi[18].

Trichoderma adalah salah satu genus fungi yang memberikan prospek besar bagi implementasi pertanian ramah lingkungan terutama efek aktivitasnya sebagai penyedia nutrisi bagi tanaman dan agensia yang mendukung pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* adalah fungi yang bisa digunakan sebagai pengendali hayati di samping memiliki kemampuan sebagai agensia biofertilisasi bagi tanaman[19]. Fungi ini di samping menghasilkan senyawa antimetabolit yang dapat menghambat patogen, juga mampu mendegradasi bahan organik yang menghasilkan nutrisi bagi tanaman[20]. Dengan demikian pemanfaatannya sebagai agen hayati biofertilizer dapat meningkatkan efisiensi budidaya tanaman sekaligus mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia sintetik yang tidak ramah lingkungan.

Beauveria bassiana termasuk dalam divisi *Ascomycota*, kelas *Sordariomycetes*, ordo *Hypocreales*, dan famili *Clavicipitaceae*. Ciri khas *B. bassiana* adalah karakter konidiofor yang berbentuk zig-zag sebagai pendukung terbentuknya konidia. Konidia berbentuk bulat hingga oval, bersel satu, hialin, ukuran konidia berkisar 2-33 µm yang terbentuk pada setiap pucuk konidiofor. Hifa *B. bassiana* berukuran 1,5- 2,1 µm, hialin, bersekat, dan bercabang. Miselium berupa benang-benang halus berwarna putih namun seiring perkembangan umur maka warnanya akan berubah menjadi kuning pucat[21]. *B. bassiana* memiliki kemampuan untuk menghasilkan racun (toksin) di antaranya *beauvericine*, *beauverolide*, *bassianolide*, dan *isorolide*.

Beberapa isolat dari genus *Metarhizium* telah dilaporkan oleh banyak peneliti efektif mengendalikan berbagai serangga hama dari ordo *Coleoptera* seperti ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan *S. exigua* Hubner serta terhadap rayap tanah *Coptotermes gestroi* Wasmann. Lebih jauh dilaporkan bahwa hasil pengujian in vitro isolat *Metarhizium* dapat menimbulkan tingkat kematian 15-42,5% populasi ulat grayak. Dari berbagai riset yang sudah banyak dilakukan ternyata *Metarhizium* ini juga efektif dalam menginfeksi serangga hama pada semua tahap perkembangan pada banyak jenis serangga dengan metamorfosis sempurna yaitu telur, larva, pupa dan imago pada ordo *Lepidoptera* dan *Coleoptera* di samping *Hemiptera* dan *Homoptera*. Aplikasi *M. anisopliae* pada konsentrasi 5 x 10⁶ konidia/ml terhadap telur *Blissus antillus* (*Hemiptera: Lygaeidae*) menyebabkan mortalitas hingga 100%. Informasi tentang kemampuan *Metarhizium* dalam menginfeksi telur *S. litura* belum pernah dilaporkan[22].

Sehubungan dengan beberapa fakta keefektifan ketiga macam fungi agen biokontrol tersebut, maka penelitian ini dilakukan bersifat menguji kemampuan isolat *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* dan *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan serangga hama penting yang berpotensi menyerang tanaman padi khususnya pada tahap persemaian dan fase vegetatif .

II. METODE PENELITIAN

Persiapan Percobaan

Pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan percobaan yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) pada bulan Oktober 2022 yang meliputi perbanyakan fungi agen hayati yang terdiri atas *Trichoderma* Sp., *Beauveria bassiana*, dan *Metarhizium anisopliae* yang masing-masing merupakan koleksi LMB-UMSIDA.

Pembuatan Media PDA. Proses pembuatan media PDA (Potato Dextrose Agar) dilakukan dengan cara sebagai berikut : Bahan-bahan yang disiapkan yaitu 100 g kentang, 10 g agar, 10 g dextrose dan 1 liter aquades. Selanjutnya mengupas kentang dan memotongnya dengan ukuran 1 cm² , merebus kentang menggunakan aquades steril 1 liter selama 30 menit hingga lunak, mengambil ekstrak kentang dan ditampung dalam gelas Beker. Kemudian ditambahkan agar, dekstrosa, dan 11 kloramfenikol. Setelah semua larut media dituang ke dalam botol media dan

ditutup rapat menggunakan aluminium foil dan plastik wrap, yang sudah disterilisasi menggunakan autoklaf selama dua jam dengan suhu 121^o C.

Perbanyakan Fungi Agen Hayati. Isolat *B. Bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Trichoderma* Sp. ditumbuhkan dalam media PDA dalam cawan petri. Inokulasi dilakukan dengan cara menuangkan media PDA yang telah di autoklaf terlebih dahulu ke dalam cawan petri steril sebanyak 10 ml/petri di dalam laminar air flow, kemudian inokulum *B. Bassiana*, *Metarhizium*, dan *Trichoderma* sp. masing-masing dilubangi dengan alat pelubang kemudian diinokulasikan ke tengah cawan petri menggunakan jarum ose. Setelah masa inkubasi selama 2 minggu, isolat siap digunakan untuk pengujian. Pertumbuhan koloni jamur, kepadatan, dan viabilitas konidia jamur adalah faktor-faktor yang penting *B. bassiana* memiliki kelebihan lain selain kemampuannya yang lebih patogenik dalam membunuh larva *S. incertulas*, yaitu laju pertumbuhan koloni, kepadatan, dan viabilitas konidia yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan *M. anisopliae*. Meskipun isolat-isolat *B. bassiana* dan *M. anisopliae* menunjukkan laju pertumbuhan yang lebih cepat mulai dari hari kedua hingga keempat, pada hari kelima dan keenam, pertumbuhan jumlah koloni semakin lambat. Jumlah koloni terbanyak pada pengamatan hari keenam ditemukan pada isolat *B. bassiana* (BTmTk), yaitu rata-rata 554 koloni, sedangkan untuk isolat *M. anisopliae* terbanyak ditemukan hanya 186,67 koloni pada isolat MagIn. [23].

Formulasi Agen Hayati. Agar fungi agen hayati dapat berfungsi mengendalikan hama, jamur harus dibuat dalam bentuk formulasi. Hasil pengkulturan Isolat fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Trichoderma* sp. pada media PDA dalam cawan petri dalam periode inkubasi 12 hari, dikumpulkan dalam beaker glass kapasitas 1.000 ml dihancurkan dengan blender sambil ditambahkan air destilat hingga volumenya 500 ml. Campuran yang merupakan suspensi yang mengandung propagul masing-masing agen hayati ditambahkan air kembali sambil diaduk rata hingga beaker glass hampir penuh. Untuk memastikan bahwa suspensi yang mengandung propagul masing-masing agen hayati tersebut mengandung spora dengan tingkat kepadatan yang diinginkan, maka penentuannya dilakukan dengan metode pengenceran (hingga 107) suspensi yang di-plating ke permukaan media PDA-chloramphenicol dalam cawan petri berdiameter 9,2 cm. Target populasi yang diduga dari metode pengenceran tersebut adalah 107 CFU./ml. Pengaturan populasi dilakukan dengan cara menambahkan air destilat.

Percobaan Efikasi Lapang

Percobaan aplikasi ketiga agen hayati pengendali hama (biokontrol) pada pertanaman padi di lapang dilakukan pada bulan November 2022 hingga Februari 2023 di Dusun Ngengkreg, desa Sewor, Kecamatan Sukorame, Kabupaten Lamongan. Lahan pertanian di desa ini merupakan lahan endemis serangan hama penyebab Sundeep (*Scirpophaga* sp.) dan hama orong-orong (*Gryllopaltidae* sp.) yang biasa menyerang tanaman muda atau fase pertumbuhan vegetatif.

Pemilihan Varietas dan Pembenihan. Varietas padi yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis padi M70D. Varietas padi M70D dipilih peneliti karena merupakan varietas padi unggulan, hal ini karena padi pada umumnya baru bisa panen setelah 105 hari, namun padi jenis ini sudah dapat dipanen dalam kurun waktu 70 hari. Pembenihan dilakukan dengan menyeleksi benih yang bermutu agar produksi padi dapat optimal, benih yang sudah terseleksi selanjutnya dikecambahkan dahulu sebelum disebar di persemaian. Perendaman benih dilakukan selama dua hari agar benih dapat menyerap air secara cukup. Benih yang baik yaitu yang terpasang kemudian diangkat dan ditiriskan. Terhadap benih dilakukan pemeraman dilakukan dengan cara dihamparkan di atas lantai kemudian ditutup karung goni basah atau dimasukan ke dalam karung plastik dan ditutup rapat. Benih yang baik biasanya sudah mulai berkecambah hanya dalam waktu sehari.

Persiapan Lahan dan Persemaian. Persiapan atau pengolahan lahan dilakukan dengan cara memecahkan bongkahan-bongkahan tanah yang kasar menjadi lunak dan sangat halus menggunakan mesin traktor. Selain itu, ketersediaan air yang cukup juga harus diperhatikan, bila air dalam area penanaman cukup banyak maka akan semakin banyak unsur hara dalam koloid yang dapat larut. Keadaan ini sangat baik agar nutrisi dapat lebih banyak diserap oleh akar tanaman. Persiapan lahan ini mencakup tempat pembenihan dan juga lahan penanaman. Bagian sawah yang akan digunakan untuk pembenihan dicangkul sedalam kira-kira 30 cm. Untuk persemaian dipilih lahan dengan ukuran 10% dari lahan uji di lapang. Selanjutnya benih ditebar di persemaian yang sudah diolah tanahnya dengan kondisi seperti berlumpur. Selanjutnya diinkubasi dan dilakukan pengamatan hingga benih berkecambah dan tumbuh menjadi bibit yang siap tanam.

Aplikasi Lapang (in vivo). Pemberian perlakuan dilakukan pada waktu yang berbeda. *Trichoderma* sp sebagai biofertilizer sekaligus biokontrol diberikan pada saat 5 HSS (Hari Setelah semai) sampai 21 HSS. Sementara Aplikasi biokontrol *B. Bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* diberikan setelah pengaplikasian *Trichoderma* Sp. yaitu sekitar 7 hari setelah semai/setelah persebaran benih dan dilakukan setiap satu minggu sekali sampai tanaman padi berumur 56 HST. Pengaplikasian larutan entomopatogen yaitu 1 cawan petri yang sudah dipenuhi miselium cendawan entomopatogen dilarutkan ke dalam 1000 ml air. Selanjutnya, air disaring dan disemprotkan pada bagian tanaman yang berpotensi diserang hama yaitu pangkal batang dan daun, karena jamur entomopatogen akan menginfeksi hama jadi diusahakan hama sasaran harus terkena secara langsung. Bila lahan sudah siap ditanami dan bibit persemaian telah memenuhi syarat maka penanaman bisa dilakukan. Syarat bibit yang baik untuk dipindah tanaman adalah tinggi sekitar 25 cm, memiliki 5-6 helai daun, batang bawah besar dan keras, bebas dari hama penyakit. Umur bibit

berpengaruh pada produktivitas. Varietas genjah (100-115 hari) umur terbaik untuk dipindahkan adalah 18-21 hari. Jarak tanam yang digunakan yakni 25 cm x 25 cm.

Variabel Pengamatan. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan setiap satu kali dalam seminggu dihitung dari pengamatan pada tahap persemaian hingga masuk masa generatif yang ditandai dengan munculnya malai atau bunga padi. Variabel yang diamati adalah meliputi:

- Tinggi tanaman per rumpun (cm), diukur mulai dari pangkal batang hingga ujung daun yang dilakukan tiap minggu mulai saat tanaman umur 14 hingga 56 hari setelah tanam (HST);
- Jumlah anakan per tanaman 14-56 HST;
- Jumlah daun per rumpun pada 14-56 HST;
- Intensitas serangan hama yang dilakukan mulai dari 7 HST; diukur dengan menentukan rumus :

$$ISH = \sum_{i=0}^{k=4} (ini) \times 100 \times (N \cdot k)^{-1}$$

dengan ketentuan $ISH =$ intensitas serangan hama(%), $i =$ nilai numerik (skor) tanaman dengan gejala yang sesuai (**Tabel 1**), $ni =$ jumlah rumpun dengan skor i , $N =$ jumlah rumpun yang diamati tiap satuan percobaan, dan $k =$ nilai skor tertinggi gejala.

Tabel 1. Nilai Skala Skor Gejala Kerusakan Tanaman Padi Akibat Serangan Sundep dan Orong-Orong

| Skor | Gejala kerusakan |
|------|--|
| 0 | Tidak terjadi kerusakan |
| 1 | Sebanyak 1-25% daun-daun rusak menguning atau mengalami kematian |
| 2 | Sebanyak 25-50% daun-daun rusak menguning atau mengalami kematian |
| 3 | Sebanyak 50-75% daun-daun rusak menguning atau mengalami kematian |
| 4 | Lebih dari 75% daun-daun rusak menguning, dan tanaman mengalami kematian |

Desain Percobaan dan Analisis Statistik

Percobaan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak Pisah terbagi (Split-Plot). Sebagai petak utama adalah aplikasi *Trichoderma*, sedangkan anak petak adalah aplikasi fungi entomopatogen. Kombinasi dari kedua faktor tersebut adalah: T0E0 = Tanpa *Trichoderma* sp. dan Tanpa entomopatogen, T0EB = Tanpa *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana*, T0EM = Tanpa *Trichoderma* sp. dan *Metarhizium anisopliae*, T1EB = *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana*, T1EM = *Trichoderma* sp. dan *Metarhizium anisopliae*, T1E0 = *Trichoderma* sp. dan Tanpa entomopatogen. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Seluruh penempatan kombinasi percobaan diacak secara random. Tiap satuan percobaan merupakan petak berukuran 2 x 1 m² dengan jumlah tanaman 6/petak percobaan. Jarak antar tanaman 25x25 cm. Data hasil pengamatan diolah dengan menggunakan Analisis Ragam pada taraf 1% yang dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 1% untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tinggi tanaman

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Tanaman Padi terhadap Pengaruh Interaksi Aplikasi *Trichoderma* dan Entomopatogen pada umur 14-56 HST

| Perlakuan | 14 HST | 28 HST | 42 HST | 56 HST |
|-----------|---------|---------|---------|----------|
| T0E0 | 28.05 a | 44.65 a | 75.64 a | 94.48 a |
| T0EB | 34.90 c | 47.88 c | 79.03 c | 97.88 b |
| T0EM | 33.71 b | 46.70 b | 78.12 b | 98.30 b |
| T1E0 | 35.17 c | 47.81 d | 84.44 d | 98.35 b |
| T1EB | 39.01 e | 52.89 e | 89.35 e | 99.92 c |
| T1EM | 37.59 d | 51.71 d | 86.96 d | 99.05 bc |
| BNT 1% | 0.97 | 1.01 | 0.59 | 1.47 |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan pada uji BNT taraf 1%

Pada petak utama menunjukkan bahwa tinggi tanaman dengan perlakuan T0 (Tanpa *Trichoderma* sp.) Pada Anak Petak perlakuan EB (Entomopatogen *Beauveria bassiana*) berpengaruh berbeda sangat nyata pada saat tanaman berumur 14 HST, 28 HST, 42 HST dan nyata pada umur 56 HST. Sedangkan interaksi perlakuan EM

(Entomopatogen *Metarhizium anisopliae*) juga menunjukkan berbeda sangat nyata saat tanaman berumur 14 HST, 28 HST, 42 HST dan nyata pada umur 56 HST.

B. Jumlah anakan

Aplikasi *Trichoderma* dan fungi entomopatogen berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap jumlah anakan tanaman padi. Rata-rata pengaruh perlakuan terhadap jumlah anakan ini disajikan pada Tabel 3. Aplikasi *Trichoderma* secara soil treatment dengan kombinasi penyemprotan *Beauveria bassiana* (T1EB) memperlihatkan respons tanaman yang paling banyak memiliki jumlah anakan dibandingkan perlakuan yang lain seperti (T1EM) *Trichoderma* Sp. dengan *Metarhizium anisopliae*. Tanaman kontrol /Tanpa trichoderma dan Tanpa Entomopatogen (TOE0) menunjukkan jumlah anakan dan kualitas tanaman yang paling rendah, sementara TOEM (Tanpa *Trichoderma* Sp. dengan *Metarhizium anisopliae*), TOEB Tanpa trichoderma dengan *Beauveria bassiana* menunjukkan jumlah anakan tanaman sedang.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Anakan Tanaman Padi terhadap Pengaruh Interaksi Aplikasi *Trichoderma* dan Entomopatogen pada umur 14-56 HST

| Perlakuan | 14 HST | 28 HST | 42 HST | 56 HST |
|-----------|--------|---------|---------|---------|
| TOE0 | 4.59 a | 11.67 a | 21.82 a | 33.82 a |
| TOEB | 4.97 c | 14.76 c | 23.02 c | 35.82 c |
| TOEM | 4.83 b | 11.67 b | 22.41 b | 35.48 b |
| T1E0 | 4.74 d | 15.69 d | 23.02 d | 38.11 d |
| T1EB | 5.83 e | 18.66 e | 25.14 e | 39.15 e |
| T1EM | 5.73 d | 17.93 d | 24.67 d | 38.33 d |
| BNT 1% | 0.10 | 0.12 | 0.48 | 0.30 |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan pada uji BNT taraf 5%

C. Jumlah daun

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Padi terhadap Pengaruh Interaksi Aplikasi *Trichoderma* dan Entomopatogen pada umur 14-56 HST

| Perlakuan | 14 HST | 28 HST | 42 HST | 56 HST |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| TOE0 | 6.71 a | 17.86 a | 43.36 a | 56.03 a |
| TOEB | 8.50 c | 25.29 c | 47.30 c | 58.95 c |
| TOEM | 8.20 b | 24.49 b | 46.38 b | 58.49 b |
| T1E0 | 8.03 d | 24.49 d | 48.03 d | 59.47 d |
| T1EB | 11.32 e | 28.66 e | 50.13 e | 65.46 e |
| T1EM | 10.43 d | 27.05 d | 48.87 d | 64.83 d |
| BNT 1% | 0.30 | 0.33 | 0.65 | 1.45 |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan pada uji BNT taraf 5%

Agen Biokontrol *Trichoderma* Sp., *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium Anisopliae*. menghasilkan tanaman yang efektif dalam menekan aktivitas serangga patogen hama. Namun hifa *B.bassiana* lebih kuat sekaligus dapat menyuburkan tanaman padi sehingga menghasilkan tinggi tanaman, jumlah anakan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan *Trichoderma* Sp., dan *Metarhizium anisopliae* hal ini didasarkan penelitian signifikan bahwa inisiasi *Beauveria bassiana* secara dapat memberikan pengaruh yang nyata dengan variabel tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar dan jumlah anakan padi 21 hst. [24] menyatakan bahwa *Beauveria bassiana* mampu berperan sebagai penyalur nitrogen serangga yang telah mati dan terurai oleh agen biokontrol *Beauveria bassiana* sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui proses fiksasi nitrogen.

Hasil percobaan sejalan dengan *Trichoderma* spp. meningkatkan komponen pertumbuhan padi secara signifikan. Tinggi tanaman dari *Trichoderma* spp. tanaman padi yang diinokulasi lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kemampuan *Trichoderma* spp. untuk menghasilkan fitohormon adalah faktor kunci dalam peningkatan

tinggi tanaman padi seperti dilansir[25]. Tanaman padi dirawat dengan *Trichoderma* spp.juga memiliki penyerapan nutrisi yang lebih baik.Penyerapan unsur hara yang lebih baik akan meningkatkan proses fisiologis pada tanaman padi yang diberi perlakuan *Trichoderma* spp.menghasilkan kinerja pertumbuhan yang baik. Jumlah daun dan jumlah anakan lebih tinggi secara nyata *Trichoderma* spp. tanaman padi yang diberi perlakuan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Peningkatan jumlah daun dan anakan dengan *Trichoderma* spp. dimungkinkan karena kemampuan yang dimiliki *Trichoderma* spp. untuk bertindak melalui beberapa mekanisme seperti lingkungan

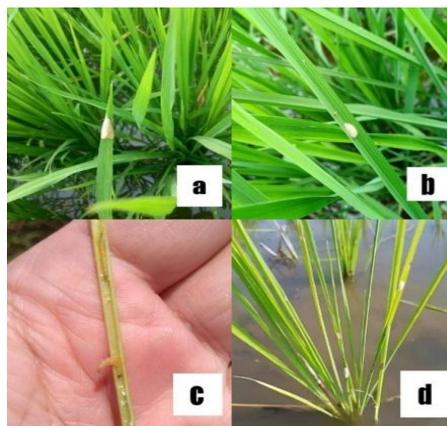
Hasil percobaan lain yang mendukung percobaan ini adalah bahwa perlakuan dengan fungi entomopatogen ini dapat membantu meningkatkan hasil panen tanaman padi.[26]. Penelitian ini dilakukan dengan mengontrol populasi hama dan penyakit tanaman melalui pemasangan mikroba yang menguntungkan pada tanah, dan hasilnya membuktikan bahwa agen hayati dapat memberikan manfaat yang sangat besar bagi produktivitas tanaman padi.

D. Intensitas Serangan Hama

Scirpophaga innotata Walker termasuk dalam kategori serangga, ordo *Lepidoptera*, keluarga *Pyalidae*, dan genus *Scirpophaga* [27]. Serangga ini memiliki sayap berwarna putih, dengan panjang betina 13 mm dan jantan 11 mm. Mereka hidup selama 4 sampai 7 hari dengan umur maksimal 13 hari, dan perbandingan jumlah betina dan jantan adalah 2:1. Ngengat ini meletakkan telur dalam kelompok yang terdiri dari 50-250 butir/kelompok, dengan rata-rata 160 butir/kelompok, dan satu kelompok setiap malam selama 4 hari[28]. Telur-telurnya berbentuk bulat dan panjang dengan ukuran 0,6 x 0,5 mm yang disusun dalam barisan dan dilapisi oleh suatu bahan berwarna coklat muda seperti beludru. Masa inkubasi dari telur-telur tersebut adalah 9 hari[29] dan dalam rentang waktu 4-9 hari setelah dierami, telur-telur tersebut berada pada stadium yang sama.Kulit telurnya tertutupi oleh rambut berwarna coklat oranye yang dihasilkan oleh air liur betina.Telur ini menetas dalam waktu 5-8 hari, dengan 85% menetas sebelum pukul 13.00 [30].

Ulat yang merusak batang padi putih memiliki periode istirahat yang disebut diapause selama 3 bulan pada musim kemarau. Namun, ulat penggerek batang padi kuning dan jenis penggerek batang padi lainnya tidak memiliki periode istirahat seperti itu. Sebelum tahun 1989, persentase ulat penggerek batang padi putih yang mengalami diapause di jalur pantura mencapai 97%. Setelah itu, perilaku diapause berubah dan hanya 25% dari populasi yang mengalami diapause, sementara 75% sisanya berkembang menjadi ngengat, terutama pada kondisi persawahan yang terendam banjir setelah panen pada musim kemarau yang diikuti oleh hujan terus-menerus [31].

Serangga hama penting yang paling tampak mengganggu tanaman padi pada masa vegetatif adalah penggerek batang dan orong-orong (Gambar 1). Penggerek batang (*Scirpophaga* sp.) muncul pada saat padi berusia 1 bulan mulai dari persemaian hingga pindah tanam padi.Pada masa vegetatif padi sangat rentan terhadap serangan hama penggerek batang,dimulai dari tahap persemaian biasanya kupu-kupu putih (*Scirpophaga* sp.) sering muncul hingga tahap pindah tanam yaitu sekitar 14-28 HST (Hari Setelah Tanam).Gejala serangan penggerek batang pada masa vegetatif disebut sundep dan pada masa generatif padi disebut beluk.



Gambar 1. Hama yang mengganggu tanaman, sundep dan fase hidupnya (kiri) meliputi larva ngengat (a),telur (b), ulat penggerek batang(c),penampakan keseluruhan pada rumpun padi (d)

Aplikasi *Trichoderma* Sp., fungi entomopatogen, dan interaksi di antara kedua faktor tersebut berpengaruh sangat nyata terhadap intensitas serangan hama ($p < 0,01$). Rerata intensitas serangan hama pada semua perlakuan diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Intensitas Serangan Hama Penggerek Batang Padi 14 HST

| Perlakuan | | |
|-----------|-------|---|
| T0E0 | 42.71 | d |
| T0E1 | 28.13 | c |
| T0E2 | 28.13 | c |
| T1E0 | 12.50 | b |
| T1EB | 10.42 | b |
| T1EM | 4.17 | a |
| BNT 1% | 5.50 | |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan pada uji BNT taraf 5%

Serangan dimulai dengan munculnya ngengat/larva yang merusak tanaman padi pada saat padi berumur 14 HST (Hari Setelah Tanam).Selanjutnya setelah 1 minggu,larva ngengat bertelur dan meletakkannya pada batang tanaman padi,dan setelah 4 hari telur akan menetas dan muncul ulat yang merusak sistem pembuluh tanaman yang terdapat pada batang padi. Setelah padi tumbuh selama 5 minggu, jumlah orong-orong mulai menurun tajam. Hal ini mungkin disebabkan karena orong-orong hanya dapat mencari perlindungan di tepi sawah, sementara kemampuan tepi sawah untuk menopang keberlangsungan hidup orong-orong terbatas [32].

Padi yang terserang hama penggerek batang terlihat secara fisiologis yaitu pucuk batang padi menjadi kering dan berwarna kekuningan serta mudah dicabut. Intensitas serangan hama *Scirpophaga* sp. paling parah pada perlakuan kontrol yaitu tanpa agen biofertilizer *Trichoderma* dan tanpa entomopatogen biokontrol (T0E0).Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *B. Bassiana* merupakan solusi yang baik untuk membantu mempertahankan produktivitas dan kualitas tanaman padi.

**Gambar 2.** Hama padi orong-orong dan serangan yang ditimbulkan**Tabel 6.** Intensitas Serangan Hama Orong-Orong 14 HST

| Perlakuan | | |
|-----------|-------|---|
| T0E0 | 36.46 | d |
| T0E1 | 13.54 | b |
| T0E2 | 30.21 | c |
| T1E0 | 13.54 | b |
| T1EB | 5.21 | a |
| T1EM | 6.25 | a |
| BNT 1% | 5.73 | |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan pada uji BNT taraf 5%

Serangga orong-orong yang menyerang tanaman padi ditemukan pada umur 1-2 minggu setelah tanam (MST).Pada minggu-minggu selanjutnya populasi orong-orong menurun drastis sampai masa menjelang panen.Hal ini disebabkan karna lahan tidak tergenang air atau kering. Orong-orong tidak menyebabkan kerugian yang berat jika

tanaman padi memasuki umur lebih dari 30 HST karena orong-orong tidak mampu merusak perakaran padi yang sudah cukup kuat. Serangan orong-orong terjadi pada saat malam hari, karena orong-orong adalah hewan nokturnal. Gejala yang ditimbulkan oleh serangan orong-orong yaitu menguningnya daun hampir mirip dengan gejala penggerek batang padi jika dilihat dari jauh. Tetapi jika dilihat dalam jarak dekat terdapat perbedaan dari perakarannya. Orong-orong menyerang tanaman padi dengan memotong akar padi untuk dimakan.

Sampai saat ini, usaha untuk mengendalikan hama orong-orong masih jarang dilakukan. Orong-orong menghabiskan hampir seluruh hidupnya di dalam permukaan tanah, oleh karena itu pengendalian yang umum dilakukan yaitu dengan menggunakan insektisida yang memiliki sifat sistemik dan melindungi. Fungi *Trichoderma* adalah salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi serangan hama orong-orong pada tanaman padi. *Trichoderma* adalah jenis fungi yang dapat hidup bersama dengan tanaman sebagai simbiosis. Fungi ini memiliki kemampuan untuk memblokir pertumbuhan patogen seperti hama orong-orong dengan mengeluarkan senyawa kimia yang mematikan bagi patogen tersebut.

Aplikasi *Trichoderma* bisa memengaruhi peningkatan berat 1000 butir padi, berat gabah per lahan dan berat gabah per hektar. [33]. *B. Bassiana* dapat memberikan solusi yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengatasi serangan hama orong-orong pada tanaman padi. Pada penelitian berbeda yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa aplikasi *B. bassiana* pada tanaman padi dapat menurunkan populasi orong-orong dan memperbaiki hasil panen [8]. Sementara itu *M. anisopliae* juga efektif melawan serangga tanah dan kombinasinya dengan kedua agens hayati lain dalam percobaan ini mampu memperkuat efektivitas perlindungan vegetatif tanaman padi.

IV. KESIMPULAN

Aplikasi agen hayati fungi *Trichoderma* Sp. yang dikombinasikan dengan *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* sebagai fungi entomopatogen berpengaruh sangat nyata dalam membantu melindungi pertumbuhan vegetatif tanaman padi dengan menghasilkan rata-rata tertinggi 99.92 cm, jumlah daun terbanyak sebesar 65.46 helai, dan jumlah anakan tertinggi sebanyak 39.15 pada akhir masa vegetatif yaitu 56 hari setelah tanam (HST) serta menurunkan intensitas gangguan hama orong-orong dengan rata-rata dari 36.46% menjadi 5,21% dan hama penggerek batang dari 42.71% menjadi sebesar 4,17% .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Kebudayaan dan Riset Teknologi Tahun 2022. Untuk itu disampaikan terima kasih kepada Direktur Jendral Dikti telah mendanai penelitian induk yang diterima oleh Dr. Ir Sutarman, MP selaku ketua peneliti.

REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik, "Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021 (Angka Sementara)," vol. 2021, no. 77, 2021.
- [2] C. M. Maria Heviyanti, "Keanekaragaman Predator Serangga Hama Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa*, L.) di Desa Paya Rahat Kecamatan Banda Mulia, Kabupaten Aceh Tamiang Maria," *Agrosamudra, J. Penelit.*, vol. Vol. 3 No., pp. 28–37, 2016.
- [3] M. Sarumaha, "Identifikasi Serangga Hama pada Tanaman Padi di Desa Bawolowalani," *J. Educ. Dev. Inst. Pendidik. Tapanuli Selatan*, vol. 8, no. 3, pp. 86–91, 2020.
- [4] A. P. S. Pagani, A. C. Dianese, and A. C. Café-Filho, "Management of wheat blast with synthetic fungicides, partial resistance and silicate and phosphite minerals," *Phytoparasitica*, vol. 42, no. 5, pp. 609–617, 2014, doi: 10.1007/s12600-014-0401-x.
- [5] A. Chechi, J. Stahlecker, M. E. Dowling, and G. Schnabel, "Diversity in species composition and fungicide resistance profiles in *Colletotrichum* isolates from apples," *Pestic. Biochem. Physiol.*, vol. 158, no. February, pp. 18–24, 2019, doi: 10.1016/j.pestbp.2019.04.002.
- [6] J. U. Iteima, W. J. Bang, I. A. Onyimba, M. D. Sila, and O. J. Egbere, "Bio-fertilizers as Key Player in Enhancing Soil Fertility and Crop Productivity: A Review," *J. Microbiol.*, vol. 2, no. 1, pp. 74–83, 2018, [Online].
- [7] A. H. C. Van Bruggen *et al.*, "Environmental and health effects of the herbicide glyphosate," *Sci. Total Environ.*, vol. 616–617, pp. 255–268, 2018, doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.309.
- [8] J. You, J. Zhang, M. Wu, L. Yang, W. Chen, and G. Li, "Multiple criteria-based screening of *Trichoderma* isolates for biological control of *Botrytis cinerea* on tomato," *Biol. Control*, vol. 101, pp. 31–38, 2016, doi: 10.1016/j.biocontrol.2016.06.006.
- [9] M. F. A. Jallow, D. G. Awadh, M. S. Albaho, V. Y. Devi, and B. M. Thomas, "Pesticide knowledge and

- safety practices among farm workers in Kuwait: Results of a survey,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 14, no. 4, 2017, doi: 10.3390/ijerph14040340.
- [10] M. S. Adiaha, *The Role of Organic Matter in Tropical Soil Productivity*, no. 2. 2017. doi: 10.1097/00010694-195508000-00019.
- [11] L. Tripolskaja, A. Razukas, G. Sidlauskas, and I. Verbyliene, “Effect of fertilizers with different chemical composition on crop yield, nitrogen uptake and leaching in a sandy loam Luvisol,” *Zemdirbyste*, vol. 104, no. 3, pp. 203–208, 2017, doi: 10.13080/z-a.2017.104.026.
- [12] Sutarman, “Mikrobiologi Tanah,” *Umsida Press*, pp. 1–26, 2019, [Online]. Available: <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- [13] R. L. Risdiyanti, W. Widayati, and P. Suryaminarsih, “Exploration and Identification of the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* in Corn Plants in Sebandung Village, Sukorejo, Pasuruan,” *Nusant. Sci. Technol. Proc.*, vol. 2022, no. 2, pp. 8–13, 2022, doi: 10.11594/nstp.2022.2002.
- [14] S. S. L. Tobing, Marheni, and Hasanuddin, “Uji Efektivitas *Metarhizium Anisopliae* Metch. dan *Beauveria Bassiana* Bals. Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera Litura* F.) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.) Di Rumah Kassa,” *Agroekoteknologi*, vol. 4, no. 1, pp. 1659–1665, 2015.
- [15] P. S. Chintakuntlawar *et al.*, “*Metarhizium anisopliae*: New Trend Entomopathogenic Fungus for Management of Sucking Pests in Vegetable Crops,” *Pop. Kheti*, vol. 1, no. 1, pp. 98–101, 2015.
- [16] I. Nurkomar and S. N. Aisyah, “Pembuatan Pestisida Berbahan Dasar Jamur *Metarhizium* Sp. untuk Mengendalikan Hama Uret *Oryctes Rhinoceros* Bersama Kelompok Tani Mandiri, Warungpring, Pematang,” *Pros. Semnas Ppm 2020*, pp. 1779–1784, 2020, doi: 10.18196/ppm.38.242.
- [17] A. Y. Putri and U. Utami, “Studi Bioteknologi Pengendalian Hayati dengan Berbagai Jamur,” *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 543–551, 2020.
- [18] I. Wardati and D. N. Erawati, “Uji Formulasi *Beauveria Bassiana* Isolat Lokal Sebagai Pengendali Hayati Hama Utama Kapas,” *J. Ilm. Inov.*, Vol. 15, No. 1, 2016, Doi: 10.25047/Jii.V15i1.56.
- [19] A. Wachid and Sutarman, “Inhibitory Power Test of Two *Trichoderma* Isolates in In Vitro Way Againsts *Fusarium oxysporum* the Cause of Red Chilli Stem Rot,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1232, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1232/1/012020.
- [20] Sutarman, A. E. Prihatiningrum, A. Sukarno, and A. Miftahurrohmat, “Initial growth response of shallot on *Trichoderma* formulated in oyster mushroom cultivation waste,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 420, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/420/1/012064.
- [21] S. W. I. Marida Santi Yudha Ika Bayu, Yusmani Prayogo, “*Beauveria Bassiana*: Biopestisida Ramah Lingkungan dan Efektif untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman.” *Buletin Palawija* Vol. 19 No. 1, Mei 2021, pp. 1–23, 2021.
- [22] S. Oslan Jumadi, Muh. Junda, Muh. Wiharto, *Trichoderma dan Pemanfaatan*. 2021.
- [23] R. Thalib, R. Fernando, K. Khodijah, D. Meidalima, and S. Herlinda, “Patogenisitas Isolat *Beauveria Bassiana* Dan *Metarhizium Anisopliae* Asal Tanah Lebak Dan Pasang Surut Sumatera Selatan Untuk Agens Hayati *Scirpophaga Incertulas*,” *J. Hama Dan Penyakit Tumbuh. Trop.*, Vol. 13, No. 1, Pp. 10–18, 2013, Doi: 10.23960/j.hptt.11310-18.
- [24] S. W. Behie, S. J. Jones, and M. J. Bidochka, “Plant tissue localization of the endophytic insect pathogenic fungi *Metarhizium* and *Beauveria*,” *Fungal Ecol.*, vol. 13, no. February 2015, pp. 112–119, 2015, doi: 10.1016/j.funeco.2014.08.001.
- [25] F. Doni, A. Isahak, C. R. Che Mohd Zain, and W. M. Wan Yusoff, “Physiological and growth response of rice plants (*Oryza sativa* L.) to *Trichoderma* spp. inoculants,” *AMB Express*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2014, doi: 10.1186/s13568-014-0045-8.
- [26] N. Elita, H. Harmailis, R. Erlinda, and E. Susila, “Pengaruh Aplikasi *Trichoderma* spp. Indigenous terhadap Hasil Padi Varietas Junjuang Menggunakan System of Rice Intensification,” *J. Tanah dan Iklim*, vol. 45, no. 1, p. 79, 2021, doi: 10.21082/jti.v45n1.2021.79-89.
- [27] N. Kristensen, M. J. Scoble, and O. Karsholt, “Lepidoptera phylogeny and systematics: The state of inventorying moth and butterfly diversity,” *Zootaxa*, vol. 747, no. 1668, pp. 699–747, 2007.
- [28] I. N. W. Wayan Adiatayasa, “Serangan Penggerek Batang Padi dan Peran Musuh Alami dalam Mengendalikan Populasinya Pada Persawahan Tanam Serentak dan Tidak Serentak,” pp. 1–44, 2015.
- [29] Awaluddin, “Peranan Parasitoid Telur Penggerek Batang Padi Putih *Scirpophaga Innotata* (Walker) Pada Berbagai Fase Pertumbuhan Padi,” vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
- [30] Awaluddin, A. Gassa, and N. Agus, “Jenis dan Populasi Parasitoid Telur Penggerek Batang Padi Putih pada Berbagai Fase Pertumbuhan Tanaman Padi,” *Penelitian Tanaman Pangan*, vol. 3, no. 3, pp. 135–141, 2019.
- [31] B. Se, “Hama Penggerek Batang Padi dan Teknologi Pengendalian,” *Iptek Tanam. Pangan*, vol. 8, no. 1, pp. 1–14, 2015.
- [32] S. Solikhin and P. Purnomo, “Populasi Orong-Orong (*Gryllotalpa* Spp.) dan Kerusakan Tanaman Padi Musim Tanam Gadu Di Punggur, Lampung Tengah,” *J. Agrotek Trop.*, vol. 8, no. 2, p. 401, 2020, doi: 10.23960/jat.v8i2.3929.

- [33] W. Dedi Sukari, Radian, "Pengaruh Trichoderma Spp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Berbagai Varietas Padi pada Lahan Sawah Tadah Hujan di Kabupaten Ketapang," vol. 24, no. 1, pp. 27–35, 2022.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.