



UJI VERIFIKASI *Trichoderma* sp. ISOLAT MANGKUBUMI, KOTA TASIKMALAYA SEBAGAI AGENS PENGENDALI HAYATI BERPOTENSI

VERIFICATION TEST Trichoderma sp. MANGKUBUMI ISOLATE, TASIKMALAYA CITY AS A POTENTIAL BIOLOGICAL CONTROL AGENT

Syam Rizal Gumelar¹, R. Arif Malik Ramadhan^{1*}, Sheli Mustika Sari Dewi², Nani Wulandari³, Juliana Sani³, Nurul Hidayati Emila³

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya
Jalan PETA No.177 Kota Tasikmalaya Jawa Barat 46115

²Program Studi Agroteknologi, Universitas Sali Al-Aitaam Jl. Aceng Sali Al-Aitaam
No. 1 Ciganitri Kabupaten Bandung Jawa Barat 40287

³Satuan Pelayanan Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah V
Kota Tasikmalaya, Jl. Cilembang, Kota Tasikmalaya Jawa Barat 46123

*Korespondensi : am.ramadhan@unper.ac.id

Received May 8, 2024; Revised May 26, 2024; Accepted May 29, 2024

ABSTRAK

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme tanah yang umum digunakan sebagai agens pengendali hayati (APH). Keberadaan *Trichoderma* sp. dapat dieksplorasi di berbagai wilayah, namun demikian tidak setiap isolat *Trichoderma* sp. yang didapatkan sesuai dengan standar mutu APH. Penelitian ini bertujuan untuk menguji isolat *Trichoderma* sp. isolat Mangkubumi berdasarkan standar mutu APH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. yang diperbanyak dalam media padat jagung giling sudah memenuhi standar mutu yang berlaku untuk dijadikan sebagai (APH). Hal ini ditunjukkan dengan hasil komponen verifikasi *Trichoderma* sp. yang sudah sesuai, diantaranya produk berwarna hijau, bentuk padat tidak menggumpal, tingkat kerapatan konidia dan viabilitas yang dinilai baik. Adapun kerapatan pada pengenceran 10^{-3} sebesar $7,5 \times 10^7$ konidia g^{-1} , pada pengenceran 10^{-4} sebesar 5×10^8 konidia g^{-1} , pada pengenceran 10^{-5} sebesar $2,5 \times 10^9$ konida g^{-1} . Adapun viabilitasnya pada pengenceran 10^{-3} sebesar 76,7%, pada pengenceran 10^{-4} sebesar 66,7%, pada pengenceran 10^{-5} sebesar 0,0%. *Trichoderma* sp. isolat Mangkubumi dinilai telah memenuhi standar mutu untuk digunakan sebagai APH.

Kata kunci: Kerapatan Spora, Mutu Isolat, Pengendalian Biologi, Uji Verifikasi, Viabilitas

ABSTRACT

Trichoderma sp. is a soil microorganism that is commonly used as a biological control agents (BCA). The presence of *Trichoderma* sp. can be explored in various regions, however, not every isolate of *Trichoderma* sp. obtained in accordance with BCA quality standards. This study aims to test isolates of *Trichoderma* sp. Mangkubumi isolates based on BCA quality standards. The results showed that *Trichoderma* sp. which is propagated in solid media of ground corn has met the applicable quality standards to be used as (BCA). This is shown by the results of the verification component of

Trichoderma sp. which are suitable, including a green product, a solid form that does not clump, the level of conidia density and viability is considered good. The density at dilution 10^{-3} was 7.5×10^7 conidia g^{-1} , at dilution 10^{-4} was 5×10^8 conidia g^{-1} , at dilution 10^{-5} was 2.5×10^9 conidia g^{-1} . The viability at dilution 10^{-3} was 76.7%, at dilution 10^{-4} was 66.7%, at dilution 10^{-5} was 0.0%. *Trichoderma* sp. Mangkubumi isolates were assessed as having met quality standards for use as BCA.

Key words : Biological Control, Isolate Quality, Spore Density, Verification Test, Viability

PENDAHULUAN

Pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT) adalah suatu konsep pengendalian hama yang dilakukan dengan menggabungkan beberapa taktik pengendalian, dengan tidak hanya memperhatikan aspek ekonomi tetapi juga aspek ekologi dan sosial (Kementan, 2021). Prinsip operasional yang digunakan dalam PHT adalah budidaya tanaman sehat, keseimbangan komponen lingkungan ekosistem, perlindungan musuh alami, pemantauan ekosistem secara komprehensif dan pemberdayaan aktif petani sebagai ahli PHT (Indiati & Marwoto 2017).

Pengendalian hayati merupakan cara pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang melibatkan musuh alami untuk memperoleh pengurangan populasi di lapangan. Jamur antagonis dan jamur entomopatogenetik adalah jenis jamur agen hayati yang dapat dimanfaatkan dalam upaya pengendalian hama dan penyakit (Kansrini, 2015).

Trichoderma sp. merupakan salah satu jamur yang dapat digunakan sebagai pupuk dan agens pengendali hayati (Dewi et al., 2024). Jamur *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme tanah bersifat saprofit yang secara alami menyerang jamur patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman (Manan et al., 2021). Antagonisme melibatkan aktivitas suatu organisme dengan cara

tertentu dan mempunyai efek merugikan pada organisme lain. Aktivitas antagonisnya meliputi kompetisi, parasitisme atau predasi, dan produksi racun, termasuk antibiotik (Jumaidi et al., 2021). *Trichoderma* sp. banyak digunakan sebagai agen pengendali hayati. Agen pengendali hayati tidak memberikan peluang bagi patogen untuk menjangkau populasi yang cukup besar untuk menyebabkan tingkat keparahan penyakit yang tinggi (Kantikowati et al., 2018). Penerapan agens hayati dapat menurunkan tingkat populasi fitopatogen dalam tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Musdalifa et al., 2017).

Trichoderma sp. dapat diperoleh dari berbagai lokasi, namun tidak semua isolat *Trichoderma* sp. hasil eksplorasi dapat digunakan sebagai agens pengendali hayati (APH). Berdasarkan hal tersebut, maka isolat *Trichoderma* sp. yang diperoleh dari Kecamatan Mangkubumi, Kota Tasikmalaya perlu diuji verifikasi agar dapat diketahui kualitasnya. Penelitian ini meliputi perbanyakan starter *Trichoderma* sp. menggunakan media jagung giling, uji verifikasi, uji viabilitas, dan uji kerapatan spora. Adapun parameter yang akan diujikan dalam penelitian ini ialah uji kerapatan spora dan uji viabilitas *Trichoderma* sp. isolat Mangkubumi pada media perbanyakan jagung giling.

Agens hayati memerlukan bahan organik sebagai sumber nutrisi dalam mempertahankan dan melaksanakan siklus hidupnya, termasuk *Trichoderma* sp. Pembuatan biakan masal memerlukan bahan organik sebagai penyedia nutrisi bagi kelangsungan hidupnya. Media jagung merupakan salah satu media yang dinilai efektif dalam perbanyakan *Trichoderma* sp. Jagung mengandung 10% protein, karbohidrat (61% pati, 1,4% gula) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi untuk perkembangan *Trichoderma* sp. (Kementrian Pertanian, 2021).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Cigantang, Kecamatan Mangkubumi, Kota Tasikmalaya untuk perolehan sampel isolat, kemudian dilanjutkan di laboratorium Fitopatologi, Satuan Pelayanan BPTPH wilayah V Kota Tasikmalaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Februari 2024.

Metode yang digunakan yaitu metode eksplorasi dan observasi isolat *Trichoderma* sp. yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati. Penelitian ini tidak menggunakan rancangan penelitian karena dilaksanakan sebagai penelitian berbasis observasi

Bahan yang digunakan dalam kegiatan diantaranya *Potato Dextrose Agar* (PDA) miring, alkohol. Starter isolat hasil eksplorasi Gapoktan (Gabungan Kelompok Tani) Sugih Mukti, jagung giling, air, aquades, PDA, nasi. Alat-alat yang digunakan dalam kegiatan diantaranya *laminar air flow* (LAF), *vortex mixer*, *micropipete*, *haemocytometer*, *cover glass*, *object*

glass, jarum ose, *hand counter*, pelubang gabus 0,5 cm, kapas, tabung reaksi, rak, bunsen, ember, saringan, spatula, plastik tahan panas, timbangan analitik, keranjang, kompor, dandang, sendok, mikroskop, suntikan, pelubang gabus, cawan petri, plastik *wrap*, bambu.

Eksplorasi *Trichoderma* sp.

Pengumpulan isolat menggunakan nasi kepal yang disimpan di dalam bambu yang dimasukan ke dalam rhizosfer dengan tumbuhan bambu kedalaman 30 cm selama 7 hari. Setelah 7 hari, miselium jamur yang terperangkap pada media nasi kemudian ditumbuhkan dalam media PDA di dalam cawan petri. Jamur yang telah diperoleh kemudian diinkubasikan selama 7 hari dalam media PDA. Setelah proses inkubasi selesai kemudian jamur dipurifikasi berdasarkan karakteristik morfologinya, warna koloni, dan pola penyebarannya kemudian dibiakkan kembali dalam PDA dan diinkubasikan kembali selama 7 hari. Setelah 7 hari, penampakan isolat diamati secara makroskopis dan mikroskopis.

Perbanyakan Starter Isolat *Trichoderma* sp.

Jamur yang teridentifikasi sebagai *Trichoderma* sp. kemudian diencerkan dengan menggunakan metode *serial dilution* untuk perbanyakan starter isolat. Kegiatan pengenceran ini dilaksanakan dalam LAF agar tetap steril dan tidak terjadi kontaminasi.

Pembuatan Biakkan Masal

Jagung giling dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran dengan menggunakan air bersih kemudian jagung giling dikeringkan dengan menggunakan ayakan selama 20 menit. Selanjutnya, sebanyak 100 g

jagung giling dimasukkan ke dalam plastik tahan panas kemudian disterilisasi dengan cara dikukus selama 3 jam. Jagung diangkat dan dikeringanginkan dalam LAF agar terhindar dari kontaminan. Lebih lanjut, pemindahan isolat dilaksanakan dengan mengambil miselium *Trichoderma* sp. menggunakan jarum ose steril.

Uji Verifikasi

Jagung yang telah diinokulasi oleh *Trichoderma* sp. disimpan dalam suhu ruangan dan diamati setiap 1x24 jam. Pengamatan dihentikan ketika seluruh permukaan jagung giling telah terkolonisasi oleh *Trichoderma* sp.

Uji Kerapatan

Pengujian kerapatan dilaksanakan dengan menggunakan *haemocytometer* tipe *neubauer improve*. *Haemocytometer* diletakkan di bawah mikroskop dan ditutup dengan *cover glass*. Sebanyak 0,2 mL suspensi *Trichoderma* sp. hasil pengenceran diambil menggunakan *micropipete* dan meneteskan suspensi konidium pada bidang hitung. Menentukan titik fokus untuk menghitung konidium pada bidang hitung (a+b+c+d+e) dengan perbesaran 400x. Proses penghitungan dilaksanakan dengan menggunakan alat bantu *hand counter*. Konidium yang berada di tengah-tengah garis hanya dihitung satu, yaitu pada bagian yang berada di sebelah kiri. Mengulangi langkah penghitungan sebanyak 2x kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk memperkecil tingkat kesalahan. Melakukan penghitungan ulang pada berbagai konsentrasi suspensi.

Setelah diketahui jumlah konidium pada berbagai konsentrasi APH kemudian jumlah konidia dihitung dengan menggunakan rumus:

$$S = \frac{X}{L \times t \times d} \times 10^3$$

Keterangan:

- S* : Kerapatan konidium jamur mL⁻¹
X : Rerata jumlah konidium jamur pada bidang a+b+c+d+e
L : Luas bidang hitung 0,04 mm²
T : Kedalaman bidang hitung 0,1 mm²
d : Faktor pengenceran
 10³ : Volume suspensi yang dihitung (1 mL = 10³ mm³)

Selanjutnya kerapatan konidia *Trichoderma* sp. dihitung pada kedua ulangan kemudian dibandingkan dengan standar yang ditetapkan yaitu 10⁶ konidia mL⁻¹.

Uji Viabilitas

Uji viabilitas dilakukan dengan cara memotong media PDA dalam cawan petri menggunakan bor gabus 0,5 cm kemudian meletakkan potongan media PDA menggunakan pipet di atas *object glass*. Setiap *object glass* berisi 3 buah potongan PDA sebagai ulangan. Selanjutnya, suspensi konidium 10⁻⁵ diteteskan sebanyak 1 mL dan selanjutnya ditutup dengan menggunakan *cover glass*. Langkah yang sama diterapkan pada suspensi dengan kerapatan 10⁻⁴ dan 10⁻³. Tahapan selanjutnya ialah mengamati konidium di bawah mikroskop hingga tampak jelas.

Langkah yang dilakukan selanjutnya ialah menyiapkan cawan petri dengan diameter 9 cm yang telah diisi kapas seberat 0,45 g dan telah dibasahi oleh 2 mL aquades. Menyiapkan *object glass* yang telah dipersiapkan sebelumnya, kemudian meletakkan *object glass* tersebut di atas kapas yang telah dibasahi kemudian menginkubasikannya selama 24 jam pada suhu kamar. Tahapan

selanjutnya ialah pemberian label pada tiap cawan petri. Setelah proses inkubasi selesai, selanjutnya dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop dengan pembesaran 400x guna menghitung jumlah konidium yang berkecambah. Konidium dianggap berkecambah apabila buluh kecambahnya telah mencapai atau melebihi 2 kali diameter konidia. Penghitungan viabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Viabilitas} = \frac{\sum \text{konidium berkecambah}}{\text{Total konidium diamati}} \times 100 \%$$

Seluruh tahapan penghitungan viabilitas diulangi untuk menghitung perlakuan 10^{-4} dan 10^{-3} . Selanjutnya hasil penghitungan dari 3 ulangan dirata-ratakan. Standar minimum APH yang baik untuk digunakan yaitu memiliki viabilitas sebesar $\geq 60\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Verifikasi

Berdasarkan uji kesesuaian produk *Trichoderma* sp. isolat Mangkubumi secara visual *Trichoderma* sp. berwarna hijau, bentuknya tidak menggumpal, dan mutu dianggap sesuai. Pada hari ke-3 *Trichoderma* sp. isolat mangkubumi mulai tumbuh dan perkebangannya sudah maksimal pada hari ke-7 (Gambar 1).



Gambar 1. *Trichoderma* sp. isolat Mangkubumi setelah 7 hari inokulasi.

Warna *Trichoderma* sp yang menggunakan media jagung dapat berwarna hijau ketika media itu telah ditumbuhi oleh jamur *Trichoderma* sp. Jika warna yang tumbuh pada media jagung selain hijau, maka bukan jamur *Trichoderma* sp yang tumbuh pada media tersebut, mungkin terkontaminasi (Aprianthina, 2022).

Uji Kerapatan Konidia

Hasil pengamatan kerapatan jumlah konidia terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan yaitu pada suspensi pengenceran 10^{-5} . Pada suspensi pengenceran 10^{-4} hanya terdapat 2 konidia pada ulangan ke-dua bidang c dan d, sedangkan pada ulangan pertama tidak ditemukan konidia. Pada suspensi pengenceran 10^{-3} konidia ditemukan pada ulangan pertama dan ke-dua. Hasil rerata perhitungan kerapatan spora menunjukkan semua suspensi pengenceran $> 10^6$. Pada suspensi pengenceran 10^{-5} menunjukkan hasil rata-rata $2,5 \times 10^9$ konidia/g. Pada suspensi pengenceran 10^{-4} menunjukkan hasil rata-rata 5×10^8 konidia/g dan juga pada suspensi pengenceran 10^{-3} menunjukkan hasil rata-rata yaitu $7,5 \times 10^7$.

(Tabel 1).

Tabel 1. Hasil perhitungan uji kerapatan *Trichodema* sp. isolat Mangkubumi

Bidang Hitung	10^{-3}		10^{-4}		10^{-5}	
	U1	U2	U1	U2	U1	U2
a	0	0	0	0	0	0
b	2	1	0	0	0	1
c	0	0	0	1	0	0
d	0	0	0	1	0	0
e	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0,4	0,2	0	0,4	0	0,2
Kerapatan konidia g^{-1}	1×10^8	5×10^7	0	1×10^9	0	5×10^9
Rata-rata konidia g^{-1}	$7,5 \times 10^7$	5×10^8	$2,5 \times 10^9$			

Keterangan : U1 = ulangan pertama, U2 = ulangan kedua.

Novianti (2018), hasil perbanyakan Pertumbuhan *Trichoderma* sp. terbaik didapatkan pada media dedak yaitu menghasilkan diameter koloni 9 cm dengan kerapatan konidia $74,5 \times 10^{10}$ konidia mg^{-1} . Kerapatan pada perbanyakan *Trichoderma* sp. menggunakan media padat jagung menunjukkan $5,8 \times 10^{10}$. Hal tersebut membuktikan bahwa kerapatan *Trichoderma* sp. menggunakan jagung efektif tetapi belum dapat sebaik bahan dedak.

Uji Viabilitas

Pengamatan dilakukan 24 jam setelah inkubasi, pada suspensi pengenceran 10^{-5} tidak ditemukan konidia yang berkecambah maupun yang tidak berkecambah. Hal tersebut dikarenakan suspensi pengenceran yang rendah dan juga adanya kemungkinan tidak terbawa konidia yang ada dalam tabung reaksi pengenceran 10^{-5} .

Hasil perhitungan rata-rata suspensi pengenceran 10^{-3} yaitu 76,6% disusul dengan perlakuan 10^{-4} yaitu sebanyak 66,7%. Tidak ditemukan konidia yang berkecambah pada perlakuan 10^{-5} . Diduga kuat perlakuan 10^{-3} dan 10^{-4} masih memiliki suspensi konidium yang cukup sedangkan pada perlakuan 10^{-5} suspensi konidium sangat rendah sehingga tidak terjadi perkecambahan (Tabel 2). Hasil penelitian Naufal dan Purwantisari (2020), Viabilitas spora *Trichoderma harzianum* pada masing-masing pengulangan yaitu sebesar 90 % dan 84 %. Hal ini menunjukkan bahwa biofungisida produk lokal menunjukkan viabilitas spora yang masih cukup baik.

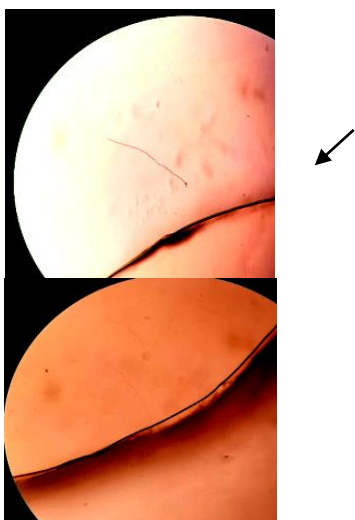
Tabel 2. Hasil uji viabilitas *Trichoderma* sp. isolat Mangkubumi

P	U	JKB	JKTb	V (%)	R (%)
10^{-3}	1	2	2	50	76,7%
	2	4	1	80	
	3	3	0	100	
10^{-4}	1	0	0	0	66,7
	2	5	0	100	
	3	2	0	100	
10^{-5}	1	0	0	0	0,0
	2	0	0	0	
	3	0	0	0	

Keterangan: P = Pengenceran, U = Ulangan, JKB = Jumlah Konidia Berkecambah, JKTb = Jumlah Konidia Tidak Berkecambah, V = Viabilitas (%), R = rata-rata (%).

BPPTP menetapkan standar mutu viabilitas produk biofungisida yang baik adalah yang persentase perkecambahannya mempunyai nilai lebih dari 60 %. Viabilitas spora dalam bahan pembawa produk biofungisida sangat dipengaruhi oleh waktu penyimpanan, pH, kelembapan, intensitas cahaya, dan jenis bahan pembawanya (Naufal & Purwantisari, 2020).

Uji viabilitas mengamati perkembangan kecambah konidia yang berkecambah maupun tidak berkecambah. Konidia dianggap berkecambah jika buluh kecambah panjangnya telah mencapai 2 kali diameter konidia (Gambar 2).



Gambar 2. Konidia yang berkecambah (kiri) dan konidia yang tidak berkecambah (kanan)

SIMPULAN

Trichoderma sp. isolat Mangkubumi dinilai cukup berpotensi untuk dijadikan sebagai APH. Berdasarkan hasil uji verifikasi, secara morfologi bentuk dan warnanya sesuai, memiliki bentuk tidak menggumpal, sesuai mutu biakan masal *Trichoderma* sp. Berdasarkan hasil uji kerapatan konidia didapatkan hasil yang cukup memuaskan yaitu $7,5 \times 10^7$ konidia g^{-1} pada pengenceran 10^{-3} , 5×10^8 konidia g^{-1} pada pengenceran 10^{-4} , dan $2,5 \times 10^9$ konidia g^{-1} pada pengenceran 10^{-5} . Adapun hasil pengujian viabilitas, pengenceran yang baik dan dapat digunakan diantaranya pada pengenceran 10^{-3} dengan tingkat viabilitas rata-rata sebesar 76,7% dan pada 10^{-4} sebesar 66,7%. Tidak ditemukan konidia pada suspensi 10^{-5} .

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Satuan Pelayanan Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah V Kota Tasikmalaya atas segala bentuk bantuan

yang diberikan dalam memfasilitasi terlaksananya kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriantina, I. D. A. Y. (2022). *Perbanyakan Trichoderma* sp. Kementerian Pertanian Dan Ketahanan Pangan Provinsi Bali.
- Dewi, S. M. S., Ningtyas, D. N. Y., Amalia, I. S., & Ramadhan, R. A. M. (2024). Respons Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) terhadap Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Hayati *Trichoderma* sp. *Biogenerasi*, 9(1), 670-675.
- Jumaidi, O., Juanda, M., Coronge, M. W., & Syafruddin. (2021). *Trichoderma* dan Pemanfaatannya. Jurusan Biologi FMIPA UNM Kampus UNM Parangtambung.
- Kansrini, Y. (2015). Uji Berbagai Jenis Media Perbanyakan terhadap Perkembangan Jamur *Beauveria bassiana* di Laboratorium. 9(1), 34-39.
- Kantikowati, E., Haris, R., & Anwar, S. (2018). Aplikasi Agen Hayati (*Paenibacillus polymixa*) terhadap Penekanan Penyakit Hawar Daun Bakteri Serta Hasil dan Pertumbuhan Padi Hitam (*Oryza sativa*) Var. Lokal. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 6(2), 134. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v6i2.97>
- Kementerian Pertanian. (2021). Media Jagung untuk Perbanyakan Agen Hayati. Diakses melalui internet pada tanggal 4 Mei 2024, dapat diakses di: <https://pustaka.setjen.pertanian.go.id/index-berita/media-jagung-untuk-perbanyakan-agen-hayati>
- Manan, A., Mugiastuti, E., & Soesanto,

-
- L. (2021). Sosialisasi dan Pelatihan Pemanfaatan Biopestisida Mikroba Antagonis Campuran untuk Mengendalikan Penyakit Bawang Merah di Musim Hujan. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 6(1), 33-40. <http://ppm.ejournal.id>
- Musdalifa, Ambar, A. A., & Putera, M. I. (2017). Pemanfaatan Agensi Hayati dalam Mengendalikan Pertumbuhan Perakaran dan Penyakit Layu Fusarium Cabai Besar (*Capsicum annum* L). *Jurnal Galung Tropika*, 6(3), 224-233.
- Naufal, M. F. Q., & Purwantisari, S. (2020). Viabilitas Biofungisida Produk Lokal dan Aplikasinya untuk Penundaan Gejala Penyakit Hawar Daun Tanaman Kentang. *Jurnal Bioma*, 22(2), 188-195.
- Novianti, D. (2018). Perbanyakkan Jamur *Trichoderma* sp pada Beberapa Media. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(1), 35. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v15i1.1763>
- Sri Wahyuni Indiati, & Marwoto. (2017). Prinsip operasional yang digunakan dalam PHT adalah budidaya tanaman sehat, keseimbangan komponen lingkungan ekosistem, perlindungan musuh alami, pemantauan ekosistem secara komprehensif dan pemberdayaan aktif petani sebagai ahli PHT. *Buletin Palawija*, 15(2), 87-100.