

Uji Sinergitas Rendaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) dengan Jamur *Trichoderma* spp. Secara *In Vitro* dan Potensinya Sebagai Gabungan Biopestisida Alami

Nura Khabita, Indah Sulistiyawati*, Ari Dwi Nurasih

Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto

*Correspondence email: indahsulistiyawati.s2@gmail.com

Abstrak. Pengelolaan hama dan penyakit tanaman dapat mencegah kegagalan panen komoditas pertanian. Jamur *Trichoderma* spp. merupakan salah satu jenis jamur pengendali hayati. Tembakau dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Namun, sinergitas tembakau dan *Trichoderma* spp. ketika diaplikasikan bersamaan dalam mengendalikan patogen belum diketahui, mengingat kandungan senyawa aktif nikotin pada tembakau yang memiliki sifat antifungi maka perlu dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh rendaman tembakau terhadap pertumbuhan jamur *Trichoderma* spp. dan bila tidak ada penghambatan maka keduanya akan berpotensi sebagai kombinasi biopestisida alami. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang dicoba yaitu perbedaan konsentrasi rendaman tembakau yang dicampur dengan media PDA sebagai media biakan jamur *Trichoderma* spp. Konsentrasi yang dicoba adalah 0% (T0, kontrol positif), 5% (T1), 10% (T2), 15% (T3), dan 20% (T4). Kontrol negatif menggunakan fungisida berbahan aktif mankozeb. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Data ketebalan dan warna koloni diamati secara visual dengan metode deskriptif. Sedangkan data diameter koloni, jumlah spora, berat kering miselium dianalisis dengan uji F, apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 5%. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dari bulan Juli - Agustus 2021 maka diperoleh hasil pada media PDA dengan kandungan rendaman tembakau konsentrasi 0% (K+), 5% (T1), 10% (T2), 15% (T3), 20% (T4) dapat ditumbuhi *Trichoderma* spp., sedangkan pada media dengan penambahan fungisida sintesis berbahan mankozeb tidak ditumbuhi. Perbedaan konsentrasi menunjukkan hasil pertumbuhan yang berbeda dan konsentrasi yang efektif untuk pertumbuhan *Trichoderma* spp. dalam penelitian ini adalah 15%, karena pada konsentrasi 20% terjadi penurunan angka kepadatan spora dan berat kering miselium.

Kata kunci: Biopestisida; Tembakau; *Trichoderma*.

Abstract. Management of plant pests and diseases can prevent crop failure of agricultural commodities. *Trichoderma* spp. is a type of biological control fungus. Tobacco can be used as a vegetable pesticide. However, the synergy of tobacco and *Trichoderma* spp. when applied simultaneously in controlling pathogens is not yet known, considering the content of the active compound nicotine in tobacco which has antifungal properties, it is necessary to conduct this study with the aim of knowing the effect of tobacco immersion on the growth of the fungus *Trichoderma* spp. and if there is no inhibition then both will have the potential as a combination of natural biopesticides. This study used a completely randomized design (CRD). The treatment tried was different concentrations of tobacco soak mixed with PDA as a culture medium for *Trichoderma* spp. The concentrations tested were 0% (T0, positive control), 5% (T1), 10% (T2), 15% (T3), and 20% (T4). The negative control used a fungicide with the active ingredient mankozeb. Each treatment was repeated 3 times. Colony thickness and color data were observed visually by descriptive method. Meanwhile, data on colony diameter, number of spores, dry weight of mycelium were analyzed by F test, if significantly different, then followed by DMRT test with a confidence level of 5%. Based on research that has been carried out from July-August 2021, the results obtained on PDA media with tobacco soaking content with concentrations of 0% (K+), 5% (T1), 10% (T2), 15% (T3), 20% (T4) can be grown with *Trichoderma* spp., while the media with the addition of synthetic fungicides made from mankozeb is not grown. The difference in concentration showed different growth results and the effective concentration in this research was 15%, because at 20% concentration there was a decrease in spore density and mycelium dry weight.

Keywords: Biopesticides; Tobacco; *Trichoderma*.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris dengan sektor pertanian menjadi mata pencaharian utama penduduknya. Serangan hama dan penyakit menjadi kendala dalam usaha budidaya pertanian yang dapat menurunkan hasil panen 30-40%, serta mengakibatkan gagal panen. Pada tanaman hortikultura, biaya produksi untuk pengendalian hama dapat mencapai 40%, bahkan bisa lebih (Suhartini *et al.*, 2017). Penurunan produktivitas dapat dicegah dengan penanganan hama dan patogen secara serius (Sudewi *et al.*, 2020). Petani

menggunakan pestisida kimia untuk menangani serangan hama dan patogen tanaman. Penggunaan pestisida yang berlebihan banyak menimbulkan dampak negatif seperti: terjadinya pencemaran lingkungan yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan ekologi; residu pestisida pada tanah, air, dan tanaman; resistensi dan resurgensi pada hama sasaran; terbunuhnya musuh alami dan serangga bukan sasaran; keracunan dan menyebabkan penyakit kanker pada manusia. Berdasarkan dampak negatif tersebut maka pengendalian hama dan penyakit tanaman mengarah kepada pengendalian yang ramah

lingkungan seperti penggunaan pestisida nabati (Kardinan, 2011) dan pengendalian hayati (Soesanto, 2013).

Pestisida nabati adalah pestisida yang terbuat dari sari bagian tanaman yang mengandung senyawa metabolit sekunder tertentu. Bagian tanaman yang dapat digunakan yaitu bunga, buah, biji, kulit batang, daun dan akar. Tembakau dan daun paitan (*Tithonia diversifolia*) merupakan contoh tanaman pestisida nabati (Rachmawati, 2013). Pestisida nabati tidak hanya mengandung satu jenis bahan aktif (*single active ingredient*), tetapi beberapa jenis bahan aktif (*multiple active ingredient*). Hasil penelitian Kardinan (2011) menunjukkan bahwa beberapa jenis pestisida nabati cukup efektif terhadap hama yang ditemukan di lapangan, rumah tangga (nyamuk dan lalat), maupun di gudang. Tembakau merupakan salah satu bahan yang potensial digunakan sebagai pestisida nabati. Tembakau mengandung mengandung bahan aktif golongan alkaloid seperti anobarin, anaboline, myosine, nicotinoid, nicotelline, nicotyrine, norcotine dan pirolidin (Siamtuti et al., 2017). Ekstrak tembakau diketahui dapat digunakan sebagai insektisida (Tigauw et al., 2015), moluksida (Emiliani et al., 2017) dan fungisida (Oktarina et al., 2017).

Pengendalian hayati digunakan sebagai alternatif dalam pengelolaan hama dan penyakit tanaman. Pengendalian hayati adalah aktivitas yang memanfaatkan musuh alami untuk mengatur populasi hama sehingga populasinya lebih rendah dibandingkan dengan tidak ada musuh alami (Herlinda, 2020). Pengendali hayati dapat berupa jamur, bakteri, parasit, parasitoid, dan predator. Jamur *Trichoderma* spp. merupakan salah satu jenis jamur pengendali hayati (Soesanto, 2013). Jamur *Trichoderma* spp. dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit lanas (Agustina et al., 2013). Penggunaan pestisida hayati *Pseudomonas fluorescens* dan *Trichoderma* spp. mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tembakau dan menurunkan intensitas penyakit layu bakteri dan layu fusarium sebesar 40-50% (Mugiastuti et al., 2018). Pestisida nabati dapat digunakan bersamaan dengan pengendalian hayati (Indiati dan Marwoto, 2017). Teknik ini dapat mengurangi intensitas serangan hama maupun penyakit secara bersamaan. Pengaruh negatif penggunaan pestisida nabati rendaman tembakau terhadap jamur *Trichoderma* spp. belum diketahui, ketika diaplikasikan bersamaan dalam mengendalikan patogen. Mengingat kandungan senyawa aktif nikotin yang ada pada tembakau dan memiliki sifat antifungi, maka berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh rendaman tembakau terhadap pertumbuhan jamur *Trichoderma* spp.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium IPA Dasar Fakultas Sains dan Teknologi Universitas

Nahdlatul Ulama Purwokerto. Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan, mulai Bulan Juli – Agustus 2021. Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain : ekstrak daun tembakau, isolat jamur *Trichoderma* spp., media PDA (*Potato Dextrose Agar*), HCl 1% dan air steril. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cawan petri, *erlenmeyer*, hemositometer, lampu bunsen, pisau *scalpel*, blender, *autoclave*, mikroskop, tabung reaksi, kertas saring, alat dapur, alat tulis dan aluminium foil. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) (Emiliani et al., 2017). Perlakuan yang dicoba yaitu: menginokulasikan jamur *Trichoderma* spp. pada PDA yang ditambahkan rendaman tembakau dengan perbedaan konsentrasi. Konsentrasi yang dicoba adalah 0% (kontrol positif), 5% (T1), 10% (T2), 15% (T3), dan 20% (T4). Kontrol negatif menggunakan fungisida berbahan aktif mankozeb (Febriyono dan Djatmiko, 2019). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali. (Putriana, 2018).

Variabel pengamatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Variabel Bebas. Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi rendaman tembakau. Konsentrasi yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.
2. Variabel Terikat. Variabel terikat dalam penelitian ini antara lain:
 - a. Diameter koloni. Diameter koloni diamati dengan cara membuat garis horizontal dan vertikal pada koloni jamur yang tumbuh. Masing masing garis diukur dari ujung satu ke ujung yang lain di sebarangnya.
 - b. Ketebalan dan warna koloni. Ketebalan koloni diamati secara visual, tebal atau tipis, seperti kapas atau tidak. Warna koloni diamati secara visual, dengan metode deskriptif.
 - c. Jumlah spora. Jumlah spora diamati menggunakan hemositometer.
 - d. Berat kering miselium. Miselium disiram dengan HCl setelah dipanaskan dengan penangas lalu ditiriskan pada kertas saring, dioven agar bobotnya konstan, lalu ditimbang.

Data ketebalan dan warna koloni diamati secara visual dengan metode deskriptif. Sedangkan data diameter koloni, jumlah spora, berat kering miselium dianalisis dengan uji F menggunakan Ms. Excel, apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 5% (Febriyono dan Djatmiko, 2019).

Garis Besar Pelaksanaan Penelitian

1. Pengadaan Jamur *Trichoderma* spp. Jamur *Trichoderma* spp diperoleh dari Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Jatilawang. Isolat *Trichoderma* spp. diremajakan dan diperbanyak menggunakan media PDA di Laboratorium IPA Dasar Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto.

2. Pembuatan Media PDA. Media PDA dibuat dengan bahan kentang sebanyak 200 gr, agar 15 gr, gula 20 gr, dan 1000 ml air steril (Arifah, 2019). Kentang dicuci, kemudian dipotong dadu dengan ukuran kurang lebih 1 cm. lalu direbus dengan 500 ml air steril sampai matang. Setelah matang disaring, diambil airnya. Gula dan agar direbus dengan 500 ml air steril sampai mendidih. Ekstrak kentang dan larutan agar dicampur, diaduk hingga merata. Setelah merata ditambahkan air agar volume akhir menjadi 1000 ml. Selanjutnya media dimasukkan kedalam 10 buah erlenmeyer 100 ml. kemudian Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil lalu disterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121°C dengan tekanan 2 ATM selama 15 menit.
3. Sterilisasi Alat. Alat yang akan digunakan dalam penelitian disterilkan terlebih dahulu. Cawan petri dicuci lalu dibungkus kertas HVS, erlenmeyer dicuci lalu ditutup dengan aluminium foil, pisau *scalpel* dicuci lalu dibungkus kertas kemudian dibungkus dengan kertas HVS. Seluruh alat yang akan disterilkan dimasukkan kedalam *autoclave* lalu disterilkan dengan suhu 121°C pada tekanan 2 ATM selama 15 menit.
4. Pembuatan Rendaman Tembakau. Pembuatan rendaman tembakau merujuk pada metode ekstraksi yang paling sederhana murah, efisien, dan mudah dilaksanakan adalah dengan menggunakan pelarut air. Proses rendaman diawali dengan tembakau dicacah halus kemudian direndam di dalam air bersuhu 60°C selama 24 jam. Hasil rendaman selanjutnya diperas, airnya disaring lalu disimpan dalam ember plastik dan siap diformulasi menjadi pestisida nabati (Wiratno *et al.*, 2013). Dalam penelitian ini digunakan 100 g daun tembakau diblender menggunakan air steril sebanyak 100 ml. kemudian larutan direndam semalam. Selanjutnya larutan rendaman tembakau disaring. Larutan 0% pestisida merupakan PDA tanpa rendaman tembakau. Larutan 5% adalah rendaman tembakau 5 ml ditambahkan 95 ml PDA. Larutan 10% adalah rendaman tembakau 10 ml ditambahkan 90 ml PDA. Larutan 15% adalah rendaman tembakau 15 ml ditambahkan 85 ml PDA. Larutan 20% adalah rendaman tembakau 20 ml ditambahkan 80 ml PDA.
5. Inokulasi Jamur *Trichoderma* spp. Media PDA dicairkan dengan cara direbus, setelah mencair semua media didinginkan. Setelah mencapai hangat kuku, media ditambah dengan ekstrak tembakau sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Lalu media dituangkan ke cawan petri steril kurang lebih 10 ml. media ditunggu sampai memadat. Setelah media memadat, bibit jamur *Trichoderma* spp. ditanam. Pengamatan dilakukan sampai spora jamur mencapai tepi cawan petri.
6. Penghitungan kepadatan spora. Sebelum dilakukan penghitungan kepadatan spora, dilakukan persiapan

pengenceran terlebih dahulu. Tabung reaksi disiapkan dengan ir 10 ml dan tiga tabung lainnya diisi air 9 ml. Kemudian miselium jamur *Trichoderma* spp. dari masing-masing cawan dikerok menggunakan spatula lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan air 10 ml dan diaduk sampai homogen. Selanjutnya, dilakukan pengenceran sampai 10^{-3} , diambil 1 ml lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan air 9 ml dan seterusnya. Setelah pengenceran 3 kali, diambil 1 ml dari tabung pengenceran 10^{-3} menggunakan pipet lalu diteteskan pada alat kamar hitung (hemositometer), kemudian ditutup dengan *coverglass* lalu diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x. Setelah nampak pada lensa okuler jumlah spora dapat dihitung. Penghitungan dilakukan dengan metode yang dikembangkan oleh Doni *et al.* (2014) dengan rumus kepadatan spora sebagai berikut :

$$\text{Kepadatan spora (cfu/ml)} = \frac{\text{Jumlah konidia} \times 5 \times \text{Faktor Pengenceran}}{\text{Volume Hemositometer}}$$

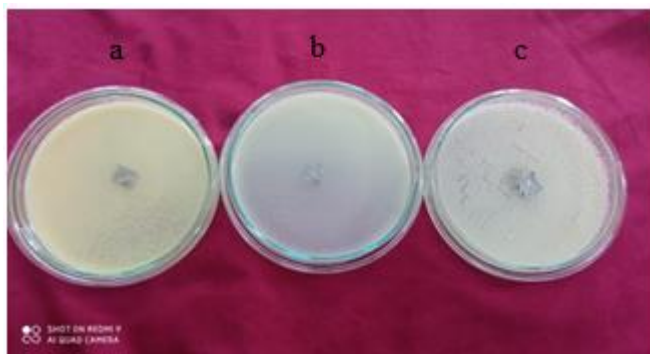
7. Penghitungan berat kering miselium/ Larutan HCl 1% ditambahkan ke dalam cawan petri hingga menutupi miselium jamur *Trichoderma* spp. kemudian ditutup. Cawan petri diletakkan di atas penangas air kemudian ditunggu sampai seluruh PDA mengering. Cawan petri diangkat kemudian didinginkan dan miselium jamur *Trichoderma* spp. diangkat lalu ditiriskan diatas kertas saring. Setelah cukup mengering, dilakukan pengovenan kertas saring dengan miseliumnya. Masing-masing kertas saring sebelumnya sudah ditimbang tanpa miselium. Setelah dioven, kertas dan miselium ditimbang lalu hasilnya dikurangi berat kertas tanpa miselium. Hasil pengurangan menunjukkan berat kering miselium (gram).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh hasil pada media PDA dengan tambahan fungisida sintetik berbahan mankozeb sebagai kontrol negatif (K-) tidak ditumbuhi oleh jamur *Trichoderma* spp. (Gambar 1). Menurut Manalu (2019) mankozeb adalah kelompok fungisida ditiokarbamat yang paling banyak digunakan di lapangan. Mankozeb menghambat kerja enzim pertumbuhan jamur (Kusumadewi *et al.*, 2014).

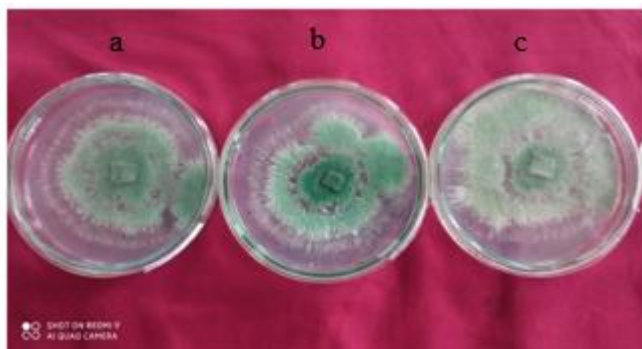
Perlakuan kontrol positif (K+) dengan perlakuan media PDA tanpa ada tambahan apapun diperoleh hasil bahwa jamur *Trichoderma* spp. dapat tumbuh. Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa warna miselium pada tengah cawan a berwarna hijau muda ke tua, pada cawan b miselium berwarna hijau tua, dan pada cawan c miselium berwarna hijau muda tumbuh dengan warna miselium di tengah tampak agak tebal dengan warna bervariasi hijau muda hingga tua dengan tepian miselium muda berwarna putih tipis.

Pada perlakuan PDA dengan kandungan rendaman tembakau konsentrasi 5% (T1) (Gambar 2), dapat ditumbuhi *Trichoderma* spp. Dapat dilihat pada gambar di masing-masing cawan a, b, dan c semua berwarna hijau tua dan memiliki tepian miselium muda berwarna putih namun tampak lebih tebal dari Gambar 1.



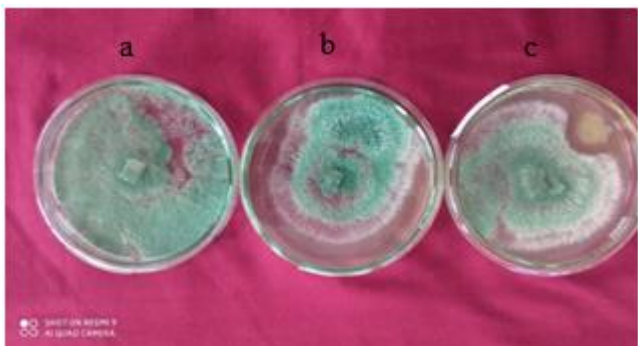
Sumber: olahan peneliti

Gambar 1. Perlakuan dengan fungisida berbahan mankozeb (K-) a. K- I, b. K- II, c. K- III



Sumber: olahan peneliti

Gambar 2. Perlakuan pada media murni PDA (K+), a. K+ I, b. K+ II, c. K+ III



Sumber: olahan peneliti

Gambar 3. Perlakuan T2 (10%), a. T2 I, b. T2 II, c. T2 III

Gambar 3 menunjukkan hasil perlakuan T2 yaitu media PDA dengan tambahan rendaman tembakau 10%. Pada gambar tersebut dapat dilihat pada cawan a miselium berwarna hijau tua hampir menutupi seluruh permukaan PDA dalam cawan. Pada cawan b tidak tertutup seluruhnya oleh miselium, namun miselium tampak tebal dan memiliki tepian putih tebal, pada cawan c juga berwarna hijau tua dan tepian putih

menutupi tepian cawan. Hasil perlakuan T3 dengan media PDA yang dicampur dengan rendaman tembakau 15% dengan tampilan *Trichoderma* pada cawan a memiliki miselium hijau tua menutupi seluruh permukaan PDA, pada cawan b ada gradasi warna miselium dari tengah hijau tua dan memudar menjadi putih ke tepian, ditengah tebal dan di tepi tipis, begitu juga dengan cawan c. Perlakuan T4 yaitu media PDA yang dicampur rendaman tembakau 20%. Miselium berwarna hijau tua baik a, b, maupun c dengan tepian miselium muda berwarna putih namun secara umum tampak tipis, jika dibandingkan dengan perlakuan T3.

Tabel 1 menyajikan hasil analisis data penelitian menggunakan uji F untuk mengetahui pengaruh variabel bebas (perbedaan konsentrasi) terhadap variabel terikat secara bersamaan. Hasil analisis untuk variabel diameter koloni, kepadatan spora, dan berat kering miselium adalah berbeda sangat nyata karena nilai F hitung yang tertera dalam tabel lebih besar dari pada F Tabel 5%. Kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT karena hasil uji F berbeda sangat nyata, tujuannya adalah mengetahui lebih rinci sejauh mana pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat.

Tabel 1. Hasil analisis data penelitian

No	Variabel	Hasil Analisis	F Hitung	F Tabel 5%
1	Diameter Koloni	**	948.771	4.68
2	Kepadatan Spora	**	5.099554	4.68
3	Berat Kering Miselium	**	7.936058	4.68

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata pada uji F 5%

Sumber: olahan data

Hasil pengujian DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) atau uji jarak berganda Duncan untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi rendaman tembakau terhadap diameter koloni *Trichoderma* spp. dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Diameter koloni jamur *Trichoderma* spp. (cm)

No	Perlakuan	Diameter Koloni
1	K-	0.000 a
2	K+	8.667 bc
3	T1	8.333 c
4	T2	8.433 bc
5	T3	8.767 c
6	T4	8.911 c

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan hasil analisis DMRT 5%

Sumber: olahan data

Hasil analisis DMRT untuk pengaruh penambahan rendaman tembakau terhadap diameter koloni *Trichoderma* spp. menunjukkan perlakuan K- dengan K+, T1, T2, T3 dan T4 secara umum berbeda sangat nyata, dikarenakan pada K- penggunaan campuran fungisida sintetik berbahan mankozeb mampu menekan pertumbuhan *Trichoderma* spp. Kusumadewi et al. (2014) menyebutkan senyawa aktif mankozeb memiliki mekanisme kerja yang hampir sama dengan golongan

senyawa fenolik yaitu menghambat kerja enzim yang berperan dalam pertumbuhan jamur. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Lestari *et al.* (2018) yang menyatakan adanya penurunan koloni populasi jamur tanah akibat penyemprotan fungisida mankozeb yang sudah berlangsung lama dilakukan petani dilahan pertanaman kubis, mengingat residunya bersifat racun terhadap mikroorganisme, khususnya jamur tanah.

Jamur *Trichoderma* spp. tetap dapat tumbuh dalam media PDA dengan tambahan rendaman tembakau karena jamur tersebut memiliki kemampuan mendegradasi bahan organik. Hal itu sesuai dengan pendapat Strakova *et al.* (2011) bahwa *Trichoderma harzianum* dapat mempercepat penguraian bahan organik karena mengandung enzim selubiohidrolase yang aktif merombak selulosa, enzim endoglukonase aktif merombak selulosa terlarut, dan enzim glukosidase yang aktif menghidrolisis unit selubiosa menjadi molekul glukosa. Ketiga enzim ini bekerja sinergis sehingga penguraian bahan organik lebih cepat dan aktivitas enzim meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan karbon (Widyastuti, 2019). *Trichoderma viride* mampu mendegradasi selulosa dan hemiselulosa pada substrat, ditunjukkan dengan adanya aktivitas enzim selulase dan xilanase serta adanya penurunan kadar selulosa dan hemiselulosa (Normasari *et al.*, 2020). Jamur *Trichoderma* sp. mampu mengomposkan gulma siam dengan lebih cepat, serta menghasilkan kompos yang lebih baik dibandingkan kompos tanpa *Trichoderma* sp. (Febriyono *et al.*, 2018).

Pengaruh penambahan rendaman tembakau pada media PDA terhadap kepadatan spora dapat dilihat pada tabel 3 menunjukkan perlakuan K+ dan T2 tidak berbeda nyata dengan K-, namun secara umum perlakuan T berbeda nyata dengan K-. tampak angka tertinggi kepadatan spora adalah pada perlakuan T3 yaitu $135,667 \times 10^{-3}$ cfu/ml dibandingkan dengan T4 yang hanya $84,333 \times 10^{-3}$ cfu/ml.

Tabel 3. Kepadatan spora jamur *Trichoderma* spp. (cfu/ml)

No	Perlakuan	Kepadatan Spora	
1	K-	0.000	a
2	K+	60.000	ab
3	T1	76.667	b
4	T2	52.333	ab
5	T3	135.667	b
6	T4	84.333	b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan hasil analisis DMRT 5%.

Sumber: olahan data

Adanya penurunan angka kepadatan spora dikarenakan pada kondisi *in vitro*, kandungan N yang rendah mendorong produksi konidium, sedangkan konsentrasi N yang tinggi dapat menurunkan produksi (Soesanto, 2013). Nitrogen itu berasal dari nikotin yang terkandung dalam tembakau merujuk pada pernyataan

Cowan, (1999) bahwa daun tembakau mengandung senyawa bioaktif alkaloid, flavonoid, terpenoid dan steroid. Alkaloid utama pada daun tembakau adalah nikotin (Schneider *et al.*, 2008). Alkaloid yang dapat berfungsi sebagai antifungi merupakan senyawa kimia bersifat basa nitrogen yang mengandung satu atau lebih atom N. Secara umum alkaloid tidak berwarna dan berwarna apabila memiliki struktur kompleks dan bercincin aromatik (Cushnie & Lamb, 2005). Selain alkaloid, flavonoid juga berfungsi dalam menghambat pembentukan spora jamur patogen (Alka *et al.*, 2012). Senyawa flavonoid di dalam daun tembakau memiliki potensi sebagai antibakteri dan antifungi (Putri *et al.*, 2016).

Pengaruh penambahan rendaman tembakau pada media PDA terhadap berat kering miselium jamur *Trichoderma* spp. disajikan pada tabel 4. Huruf disamping angka yang tertera dalam tabel menunjukkan bahwa ada perbedaan sangat nyata antara K- dengan perlakuan dengan T1, T2, T3, T4 secara umum. Namun, dijumpai adanya penurunan angka dari T1 ke T4. Hal tersebut dikarenakan peningkatan kadar N dapat menurunkan produksi konidium sesuai pendapat Soesanto (2013).

Tabel 4. Berat kering miselium jamur *Trichoderma* spp. (g)

No	Perlakuan	Berat Kering Miselium	
1	K-	0.000	a
2	K+	0.021	ab
3	T1	0.060	c
4	T2	0.054	bc
5	T3	0.042	bc
6	T4	0.029	b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan hasil analisis DMRT 5%.

Sumber: olahan data

Berdasarkan penelitian yang dilakukan telah membuktikan bahwa penambahan rendaman tembakau di dalam media PDA ternyata tidak berpengaruh dalam pertumbuhan *Trichoderma* spp., dalam hal ini tidak terjadi penghambatan meskipun tembakau memiliki senyawa aktif antifungi. Sesuai dengan pernyataan Charisma *et al.* (2012) bahwa *Trichoderma* spp. mampu menguraikan bahan organik yang berbentuk senyawa kompleks yang mengandung beberapa komponen zat seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Magnesium (Mg), Sulfur (S) dan unsur hara lain. *Trichoderma* spp. mampu memanfaatkan berbagai substrat, memproduksi senyawa antimikroba, dan bersifat oportunistis dalam lingkungan. Ketersediaan pati yang terkandung dalam rendaman tembakau menjadi sumber karbon bagi pertumbuhan jamur *Trichoderma* sejalan dengan pendapat Soesanto (2013) bahwa kebanyakan gula menjadi sumber C bagi *Trichoderma viride*, pembusukan pati dan produksi amilase menjadi sangat baik. *Trichoderma* juga toleran terhadap berbagai polutan berbahaya termasuk logam

berat, pestisida, dan hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) (Tripathi et al., 2013) Beberapa spesies *Trichoderma* spp. juga dikaitkan dengan kemampuannya memetabolisme berbagai hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) dengan berat molekul tinggi maupun rendah seperti naftalena, fenantrena, krisena, pirena, dan benzo[a]piren. Spesies pendegradasi PAH termasuk *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. reesei*, *T. koningii*, *T. viride*, *T. virens*, dan *T. asperellum*. (Zafra et al., 2015). *Trichoderma* dapat menguraikan bahan organik yang mengandung selulosa dan sebagai biofungisida, yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan pencemaran atau dampak negatif terhadap lingkungan. (Junita et al., 2017).

Genus *Trichoderma* selain berfungsi sebagai organisme pengurai/ dekomposer, dapat difungsikan sebagai agen pengendali hayati. Jamur *Trichoderma* merupakan mikroorganisme tanah bersifat saprofit yang secara alami menyerang jamur patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. *Trichoderma* dalam peranannya sebagai agensia hayati bekerja berdasarkan mekanisme antagonis yang dimilikinya. *Trichoderma* juga mampu mendekomposisi lignin, selulosa, dan kitin dari bahan organik menjadi unsur hara yang siap diserap tanaman. Kemampuan masing-masing spesies *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan cendawan patogen berbeda-beda, hal ini dikarenakan morfologi dan fisiologinya berbeda-beda. Beberapa spesies *Trichoderma* sp. telah dilaporkan sebagai agensia hayati adalah *T. harzianum*, *T. viridae*, dan *T. koningii* yang tersebar luas pada berbagai tanaman budidaya. Dominasi *Trichoderma* spp. dari dalam tanah akan membuat lingkungan dan ekologi sekitar tanah menjadi lebih tahan terhadap perkembangbiakan patogen (Prasetyo et al., 2018). Mekanisme antagonis yang dilakukan *Trichoderma* spp. dalam menghambat pertumbuhan patogen antara lain kompetisi, parasitisme, antibiosis, dan lisis. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap cendawan patogen dilakukan dengan mengeluarkan toksin berupa enzim β -1,3 glukonase, kitinase, dan selulase yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan dapat membunuh patogen. Sifat antagonis *Trichoderma* spp. dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam pengendalian patogen yang bersifat ramah lingkungan (Dwiastuti et al., 2016). Jamur *Trichoderma* spp. berpotensi menghasilkan racun (antibiotik) yang dapat membunuh mikroba lain pada konsentrasi rendah. Keragaman antibiotik ini telah menunjukkan berbagai aktivitas melawan prokariota dan eukariota (Saxena, 2015).

Trichoderma spp. dan metabolit sekundernya yang dilepaskan di rizosfer mungkin memiliki efek pada pertumbuhan dan nutrisi tanaman, induksi resistensi sistemik dan biokontrol mikroorganisme patogen. Di dalam tanah, efek *Trichoderma* spp. pada sistem akar tidak terlihat. Namun, efek langsung dari jamur ini dapat diamati pada studi *in vitro* (Narrasawati et al., 2017).

Hasanah et al. (2016) telah melakukan kajian penelitian mengenai pemanfaatan campuran jamur *Trichoderma* spp dan ekstrak fungisida nabati dalam menekan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* penyebab penyakit layu pada tanaman cabai (*Capsicum annum*). Campuran tersebut bersifat *antagonis* terhadap jamur *F.oxysporum* f.sp. *capsici* pada tanaman cabai dengan uji semi *in vivo*, mampu menurunkan infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* sebesar 60,05%.

Fajrin (2019) telah melakukan penelitian kompatibilitas penggunaan pengendali hayati dan pestisida nabati dan diperoleh hasil yang kompatibel antara Ekstrak Daun Paitan / EDP (*Tithonia diversifolia*) dengan jamur *Lecanicillium lecanii* karena kandungan senyawa alkaloid yang terdapat pada EDP bekerja dengan cara mendukung pertumbuhan dan perkembangan jamur *L. lecanii* juga diketahui bahwa formulasi campuran bio-insektisida *L. lecanii* dengan EDP mampu meningkatkan mortalitas nimfa *hama pengisap polong Riptortus linearis* dibandingkan aplikasi secara tunggal. Senyawa alkaloid pada EDP bersifat sinergis dengan zat toksin (*dipicolinic acid*, *hydroxycarboxylic acid* dan *cyclosporin*) yang dihasilkan oleh *L. lecanii* dalam mematikan inang/serangga.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa:

1. Rendaman tembakau yang dicampurkan dalam media PDA tidak mempengaruhi pertumbuhan *Trichoderma* spp.
2. Perbedaan konsentrasi rendaman tembakau mempengaruhi pertumbuhan *Trichoderma* spp.
3. Konsentrasi rendaman tembakau yang efektif terhadap pertumbuhan dengan *Trichoderma* spp adalah 15%.
4. Rendaman tembakau dan jamur *Trichoderma* spp. berpotensi digunakan sebagai gabungan biopestisida alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, I., Pinem, M. I., & Zahara, F. 2013. Uji efektivitas jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. untuk mengendalikan penyakit lanas (*Phytophthora nicotianae*) pada tanaman tembakau deli (*Nicotiana Tabaccum* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1(4), 95809.
- Alka J, Padma K, Chitra J., 2012, Antifungal activity of flavonoids of *Sida acuta* Burm f. against *Candida albicans*. *Int J Drug Dev Res.*; 4(3), 92-6
- Aji, A., Maulinda, L., & Amin, S. 2015. Isolasi Nikotin dari Puntung Rokok Sebagai Insektisida. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1), 100–120.
- Alexopoulos C.J. dan Mims C.W. 1979. *Introductory Micology*. New York: John Wiley & Son's.

- Amaria, W., Ferry, Y., Samsudin, S., & Harni, R. 2016. Pengaruh Penambahan Gliserol pada Media Perbanyak terhadap Daya Simpan Biofungisida *Trichoderma*. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 3(3), 159.
- Amaria, W., Soesanthy, F., & Ferry, Y. 2016. Keefektifan Biofungisida *Trichoderma* sp. dengan Tiga Jenis Bahan Pembawa terhadap Jamur Akar 37-44. Putih *Rigidoporus microporus*. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 3(1),
- Arifah, A. 2019. Gula Pasir Sebagai Pengganti Dektrosa Pada Komposisi Pda Untuk Efisiensi Biaya Praktikum Dan Penelitian Di Laboratorium Fitopatologi. *Jurnal Temapela*, 2(1), 28-32. <https://doi.org/10.25077/temapela.2.1.28-32.2019>
- Assagaf, M. K., & Masrikan. 2018. Tombi (waste of tobacco stem as multi-biopesticide and blue industry): Studi Kelayakan Limbah Batang Tembakau Sebagai Multi-pestisida Nabati dan Blue Industry di Kabupaten Temanggung Sebagai Wujud Manifestasi Surat Ali Imron: 190-191. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 1, 129–138.
- Bariroh, A. 2014. Pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim protease dari *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. dan campuran *Penicillium* sp. dan *Trichoderma* Sp. dalam media limbah cair tahu dan dedak, *Doctoral dissertation*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Chalimatus, H. 2013. Efektifitas Jamur *Trichoderma Harzianum* Dan Mikroba Kotoran Sapi Pada Pengomposan Limbah Sludge Pabrik Kertas. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang
- Charisma, A.M., Rahayu, Y.S., & Isnawati. 2012. Pengaruh kombinasi kompos *Trichoderma* dan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada media tanam tanah kapur. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 1(3), 111–116.
- Cushnie TP, 2005, Lamb AJ. Antimicrobial activity of flavonoids. *Int. J. Antimicrobial Agents*. 26, 343–5.
- Cowan MM. 1999, Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev*. 12, 564–82
- Dendang, B. 2015. Uji antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap *Ganoderma* sp. yang menyerang tanaman sengon secara *in vitro*. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 4(2), 147-156.
- Dwiastuti, M.E, Fajri, M.N, dan Yunimar. 2015. Potensi *Trichoderma* spp. sebagai Agens Pengendali *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *J. Hort*. 25(4), 331-339
- Elfina S, Y., Ali, M., & Venita, Y. 2014. Penggunaan Formulasi Biofungisida dan Pestisida Nabati menggunakan Bahan Lokal untuk Mengendalikan Penyakit Tanaman.
- Emiliani, N., Djufri, & S, M. A. 2017. Pemanfaatan Ekstrak Tanaman Tembakau (*Nicotiana Tabacum* L) Sebagai Pestisida Organik Untuk Pengendalian Hama Keong Mas (*Pomaceae Canaliculata* L.) Di Kawasan Persawahan Gampong Tungkop, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(2), 58–71.
- Fajriani, N., Jamaluddin, A. W., & Ris, A. 2019. Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Sebagai Akarisida Pada Caplak (*Boophilus microplus*). *Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 8(2), 33-35.
- Fajrin, I. 2019. Kombinasi Bio-insektisida *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) dan Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) untuk Mengendalikan Hama Pengisap Polong *Riptortus linearis*, *Doctoral dissertation*, Universitas Brawijaya.
- Fatihah, R. B. 2019. Identifikasi Serangga Hama Penyerang Daun Pada Tanaman Tembakau (*Nicotina Tabacum* L) Kiara Payung Sumedang Jawa Barat, *Doctoral Dissertation*, Fkip Unpas.
- Febriyono, W., & Soesanto, L. 2018. Potensi *Trichoderma* sp. dalam Pengomposan Gulma Siam Dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Tanaman Pakcoi Dan Sifat Kimia Tanah Ultisol. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 4(1), 48-54.
- Febriyono, W., & Djatmiko, H. A. 2019. Pengaruh Empat Minyak Atsiri terhadap Jamur Agens Pengendali Hayati. *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15(2). 71-79
- Hasan, F., & Darwanto, D. H. 2017. Prospek Dan Tantangan Usahatani Tembakau Madura. *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 10(1), 63-70
- Hasanah, U., Ernawati, N. M. L., & Sudantha, I. 2017. Uji Campuran *Trichoderma* Spp. dengan Ekstrak Fungisida (Kunyit dan Daun Sirih) Terhadap Jamur *Fusarium Oxysporum* f. Sp. Capsici Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman Cabai. *Jurnal Ekosains*, 8(3), 91-100.
- Herlinda, S. 2020. Pemanfaatan Musuh Alami untuk Pengendalian Hayati Hama Tanaman Pangan dan Sayuran Guna Mendukung Keberhasilan Pertanian Organik. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020*, Palembang 20 Oktober 2020. 39-46.
- Isman Duila, M. 2017. Ekstrak Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) sebagai Fungisida Nabati pada Antraknosa Cabai Merah yang disebabkan Jamur *Colletotrichum* sp. secara *In Vitro*, *Doctoral Dissertation*, Unmuh Jember.
- Junita, Y., Suryantini, R., & Wulandari, R. S. 2017. Potensi *Trichoderma* Isolat Lokal sebagai Dekomposer Serasah Akasia (*Acacia mangium*). *Jurnal Hutan Lestari*, 5(2).

- Kardinan, A. 2011. Penggunaan Pestisida Nabati sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Sistem Pertanian Organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4(4), 262–278.
- Kristiawan, A., Suharto dan Wildan, J. 2019. Uji Efektivitas Insektisida Nabati Berbahan Biji Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dan Limbah Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) untuk Mengendalikan *Spodoptera litura* F. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 2(2):30-33
- Kusumadewi, T., Khotimah, S., & Yanti, A. H. 2014. Ekstrak Metanol Buah *Sonneratia alba* JE Sm sebagai Penghambat Pertumbuhan *Helminthosporium* sp. yang diisolasi dari Daun Jagung. *Jurnal Protobiont*, 3(2).
- Lestari, I., Umboh, S. D., & Pelealu, J. J. 2018. Tingkat Populasi Jamur Tanah akibat Perlakuan Fungisida Mankozeb di Pertanaman Sayur Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) Kecamatan Modinding, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara (The Population Level of Soil Fungi under Mankozeb Fungicides Application in the Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) Plantation of Modinding Subdistrict, South Minahasa District, North Sulawesi). *Jurnal Bios Logos*, 8(1).
- Limbongan, A. A. 2012. Hasil Kajian Beberapa Jenis Tembakau di Indonesia. *AgroSainT*, 3(1), 243-243 <https://doi.org/https://doi.org/10.47178/agro.v3i1.620>
- Manalu, J. N. 2019. Potensi Cendawan *Dark Septate Endophyte* sebagai Agens Bioremediasi Residu Fungisida Berbahan Aktif Mankozeb, *Doctoral dissertation*, IPB (Bogor Agricultural University).
- Mugiastuti, E., Soesanto, L., & Manan, A. 2018. Penerapan Teknologi Pengendalian Penyakit Tanaman *Implementation of Environmentally Friendly Plant Disease*. *Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 175–184.
- Narasswati, N., Oktavia, R., Nenci, N., Eryanti, Y., & Nugroho, T. T. 2017. Potensi Metabolit Sekunder dari *Trichoderma* sp. LBKURCC22 Tanah Gambut Hutan Sekunder Sebagai Antibiotik. *Chimica et Natura Acta*, 5(2), 85–89.
- Normasari, F. L. 2020. *Biodegradasi Batang Tembakau Menggunakan Trichoderma viride*. *Doctoral dissertation*, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian.
- Obongoya BO, Wagai SO, Odhiambo G. 2010, Phytotoxic effect of selected crude plant extracts on soil-borne fungi of common bean. *African Crop Sci J.*, 18(1), 15–22.
- Oktarina, Bagus T., dan Wheni N. Rohmah. 2017. Daya Hambat Biorasional Ekstrak Sirih Dan Tembakau Pada *Colletotrichum Capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa Cabai. *Agrotrop*, 15(2), 194-202.
- Putra, B. S. 2017. Pengaruh Mutagen Kimia EMS (Ethyl Methane Sulphonate) Terhadap Kualitas Fisiologis Benih dan Morfologi Bibit Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Varietas Marakot, *Doctoral dissertation*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Putri, R. H., Barid, I., & Kusumawardani, B. 2016. Daya hambat ekstrak daun tembakau terhadap pertumbuhan mikroba rongga mulut. *Stomatognatic-Jurnal Kedokteran Gigi*, 11(2), 27-31.
- Putriana, A. 2018. Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Sebagai Ovisida Keong Mas (*Pomacea Canaliculata* L.) (Sebagai Alternatif Sumber Belajar Biologi Sma Kelas X Materi Pencemaran Lingkungan), *Doctoral Dissertation*, UIN Raden Intan Lampung.
- Prasetiyo, H., Purwati, P., & Arsensi, I. 2018. Pemanfaatan Jamur *Trichoderma* sp. sebagai Antagonis Patogen Busuk Sulur Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) secara *In Vitro*. *AgriFarm: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 19-27.
- Rofiansyah, R., Sopialena, S., & Sila, S. 2017. Inventarisasi cendawan mikro serta potensinya sebagai biofertilizer dan agensia pengendali hayati pada lahan reklamasi tambang batu bara Di Samarinda. *Jurnal Agrifor*.
- Sari, M. P., Lukmayani, Y., & Syafnir, L. 2017. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid pada Tangkai Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.).
- Saxena, A., Raghuvanshi, R., & Singh, H. B. 2015. *Trichoderma* species mediated differential tolerance against biotic stress of phytopathogens in *Cicer arietinum* L. *Journal of basic microbiology*, 55(2), 195-206.
- Schneider S, Diederich N, Appenzeller B, Schartz, Lorang C, Wennig R. 2008, Internet Suicide Guidelines: Report of A Life Threatening Poisoning Using Tobacco Extract. 75(3): 134-136
- Siamtuti W.S., Renika A., Zulvika K.W., Nanang A., dan Indra V.H. 2017. Potensi Tannin Pada Ramuan *Nginang* Sebagai Insektisida Nabati Yang Ramah Lingkungan. *Bioeksperimen*, 3(2), 83-93.
- Soesanto, L. 2013. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Rajawali Press. Jakarta. 456 hal.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., Rahayuniati, R. F., & Dewi, R. S. 2013. Uji kesesuaian empat isolat *Trichoderma* spp. dan daya hambat *in vitro* terhadap beberapa patogen tanaman. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(2), 117-123.
- Steenis, C.G.G.J. 2005. *Flora*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Strakova, P., R. M. Niemi, C. Freeman, K. Peltoniemi, H. Toberman, I. Heiskanen, H. Fritze, R. Laiho.

2011. Litter type affect the activity of aerobic decomposition boreal peat land more than site nutrient and water table regimes. *Biogeosciences* 8:2741-2755.
- Sudewi, S., Ambo A., Baharudin, dan M. Farid. 2020. Keragaman Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada Tanaman Padi Varietas Unggul Baru (VUB) dan Varietas Lokal pada Percobaan Semi Lapangan. *Jurnal Agrikultura*, 31 (1), 15 - 24.
- Sudjak, Sunarto, D. A., & Diana, N. E. 2015. Toksisitas Beberapa Hasil Ekstrak Daun Tembakau Terhadap *Myzus persicae* (Homoptera; Aphididae). *Agrovigor*, 8(1), 37–42.
- Suhartini, S., Suryadarma, P., & Budiwati, B. 2017. Pemanfaatan Pestisida Nabati Pada Pengendalian Hama *Plutella Xylostella* Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) Menuju Pertanian Ramah Lingkungan. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), 36-43
- Tigauw, S. M. I., Salaki, C. L., & Manueke, J. 2015. Efektivitas Ekstrak Bawang Putih Dan Tembakau Terhadap Kutu Daun (*Myzus persicae* Sulz.) Pada Tanaman Cabai (*Capsicum* sp.). *Eugenia*, 21(3), 135–141.
- Tripathi, P., Singh, P.C., Mishra, A. et al., 2013, *Trichoderma*: a potential bioremediator for environmental clean up. *Clean Techn Environ Policy* 15, 541–550
<https://doi.org/10.1007/s10098-012-0553-7>
- Widyastuti, R. 2019. Identifikasi dan Potensi Cendawan Indigenous untuk Pelapukan Batang Kelapa Sawit di Bogor, Indonesia. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(3), 312-317.
- Willis, M., & Wahyono, T. E. 2014. Kompatibilitas Strain Jamur Entomopatogen dan Insektisida Nabati untuk Pengendalian *Helopeltis antonii*, In Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik Bogor, 18(19).
- Wiratno, W., Siswanto, S., & Trisawa, I. M. 2013. Perkembangan penelitian, formulasi, dan pemanfaatan pestisida nabati. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 32(4), 150-155. doi:[10.21082/jp3.v32n4.2013.p150-155](https://doi.org/10.21082/jp3.v32n4.2013.p150-155).
- Zafra, G., Cortés-Espinosa, D.V. 2015, Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by *Trichoderma* species: a mini review. *Environ Sci Pollut Res* 22, 19426–19433.
<https://doi.org/10.1007/s11356-015-5602-4>