

The Effectiveness Test of *Fusarium cf. solani* as Bioinsecticide for Control of Brown Planthopper and Increasing Rice Productivity

Wiyantono*, Darini Sri Utami, dan Ismangil

Agrotechnology Study Programe, Agriculture Faculty, Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto

*Corresponding Author : antonwiyantono@gmail.com

Received Mey 19, 2022; revised June 10, 2022; accepted June 13, 2022

ABSTRACT

The entomopathogenic fungus *Fusarium cf. solani* can be used to control brown planthopper. The study aim to obtain the frequency of spraying of the *Fusarium cf. solani* against brown planthopper at different altitudes. Experiment by planting IR 64 seedlings on plots of 4 m x 4 m, spacing of 25 cm x 25 cm, 10 tons of compost/ha, and 100 % N, P, K. The experiment was carried out with a 2 factors of RCBD. Factor I is land altitude < 100 m above sea level (P₁), 100 – 500 m above sea level (P₂), and > 500 m above sea level (P₃). Factor II is the frequency of spraying the bioinsecticide of the *Fusarium cf. solani* consisting of no spraying (F₀), one time (F₁); and twice (F₂). Each treatment was made 4 replications. Fungal bioinsecticide concentration *Fusarium cf. solani* used was 10⁶ spores/ml with a dose of 300 L bioinsecticide/ha. The variables measured were intensity attack, pest population; and yield of rice. Rice yields included the number of productive tillers, fresh plant weight, dry plant weight, percentage of grain content, and soil productivity. The data were analyzed by F test and continued with Duncan's test with 95 % confidence level. The results showed that the frequency of spraying *Fusarium cf. solani* had no effect on the pest populations, intensity of damage, and production of rice yields. Altitude affects the pest populations, intensity of crop damage, as well as parameters of rice yields. However, there was no interaction between the spraying frequency of *Fusarium cf. solani* with the height of the experimental site to the experimental parameters.

Keywords: Altitude, Bioinsekticide, Fungi, *Fusarium cf. solani*, Frequency of spraying, *Nilaparvata lugens*

ABSTRAK

Keefektifan *Fusarium cf. solani* Sebagai Bioinsektisida Untuk Pengendalian Wereng Batang Coklat dan Peningkatan Produktivitas Tanaman Padi

Jamur entomopatogen *Fusarium cf. solani* dapat digunakan untuk pengendalian wereng batang coklat, *Nilaparvata lugens*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan frekuensi penyemprotan bioinsektisida jamur *Fusarium cf. solani* terhadap wereng batang coklat pada ketinggian lahan yang berbeda. Percobaan menggunakan bibit IR 64 pada petakan 4 m x 4 m, jarak tanam 25 cm x 25 cm, 10 ton kompos/ha, dan 100 % N,P,K. Percobaan dilaksanakan dengan RAKL 2 faktor. Faktor I adalah ketinggian lahan ≤ 100 m dpl (P₁), ketinggian lahan 100 – 500 m dpl (P₂), dan ketinggian lahan ≥ 500 m dpl (P₃). Faktor II adalah frekuensi penyemprotan bioinsektisida jamur *Fusarium cf. solani* yang terdiri atas tanpa penyemprotan (F₀), satu kali (F₁); dan dua kali (F₂). Setiap perlakuan dibuat 4 ulangan. Konsentrasi spora jamur *Fusarium cf. solani* yang digunakan adalah 10⁶ spora/ml dengan dosis 300 L bioinsektisida/ha. Variabel yang diukur adalah intensitas serangan, populasi hama; serta hasil padi. Hasil padi meliputi jumlah anakan produktif, bobot tanaman segar, bobot tanaman kering, persentase gabah isi, dan produktivitas tanah. Keragaman data dianalisis dengan uji F dan dilanjutkan dengan Uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi penyemprotan jamur *Fusarium cf. solani* tidak berpengaruh terhadap jumlah populasi hama, intensitas kerusakan, dan produksi hasil padi. Ketinggian tempat mempengaruhi jumlah populasi, intensitas kerusakan tanaman, serta parameter hasil padi. Namun tidak ada interaksi yang terjadi antara frukuensi penyemprotan jamur *Fusarium cf. solani* dengan ketinggian tempat percobaan terhadap parameter percobaan.

Kata Kunci: Bioinsektisida, *Fusarium cf. solani*, frekuensi penyemprotan, ketinggian tempat percobaan, wereng batang coklat

PENDAHULUAN

Kebutuhan beras terus meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Namun banyak rintangan dalam upaya peningkatan produksi beras, misalnya luas lahan sawah yang terus berkurang, serta adanya gangguan dari organisme pengganggu tanaman (OPT). Salah satu hama pada padi adalah serangan hama wereng batang coklat (WBC), *Nilaparvata lugens* Stal., yang kini semakin mengancam ketahanan pangan. Oleh karena itu, perlu

dikembangkan teknologi budidaya yang mendukung produksi padi secara efisien dan berkelanjutan. Pemanfaatan sarana produksi lokal secara maksimal adalah solusi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Selain itu, kegiatan pendampingan terhadap petani dalam pemanfaatan sumber daya tersebut akan membahayakan hasil.

Penelitian tentang pemanfaatan jamur entomopatogen untuk mengendalikan WBC pernah dilakukan pada lokasi di bawah 100 m di atas

permukaan laut, namun hasilnya belum optimal untuk dimanfaatkan oleh petani. Untuk itu dalam upaya memperoleh hasil yang tinggi baik kuantitas maupun kualitas juga mampu bersaing dalam menghadapi tantangan pasar global dan ramah lingkungan perlu dilakukan uji efektivitas yang lebih luas guna mencapai sistem pertanian berkelanjutan. Salah satunya yaitu melalui aplikasi jamur *Fusarium* sebagai bioinsektisida. Aplikasi *F. solani* efektif terhadap *Periplaneta americana* (Orthoptera) (Wahid & Elbanna, 2012). Aplikasi jamur *F.caatingaense* isolat URM 6778 and URM 6779 yang dikombinasikan dengan ekstrak *Nicotiana tabacum* 5% efektif terhadap *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera) (Diniz *et al.*, 2020).

Laporan hasil uji jamur entomopatogen *Fusarium cf. solani* terhadap hama pada tanaman padi diantaranya *Fusarium cf. solani* mampu membunuh dan menekan intensitas serangan hama walang sangat sebesar 77,37 % dengan konsentrasi $3,45 \times 10^6$ spora/ml (Aizzah, 2016) dan efektif mengendalikan WBC pada konsentrasi 10^6-10^{13} spora/ml (Herminanto *et al.* 2012; Fitriana, 2013). Infeksi *Fusarium cf. solani* memberikan gejala pembentukan jaringan atrofi pada tubuh hama dalam waktu cepat, hingga akhirnya pertumbuhan hifa menjadi padat di dalam jaringan dan miselia muncul keluar dari tubuh serangga hama (Majumbara *et al.*, 2008). *Fusarium cf. solani* memiliki potensi sebagai biokontrol serangga hama karena memiliki daya tahan di tanahnya yang sangat baik sebagai saprofit dan tidak menunjukkan fitopatogenik (Sharma & arques, 2018). Namun penelitian di lapangan untuk mengetahui keefektifan jamur *F. cf solani* terhadap *N. lugens* yang menyerang tanaman padi pada ketinggian lahan yang berbeda belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan frekuensi penyemprotan bioinsektisida berbahan aktif jamur *Fusarium cf. solani* untuk menekan serangan hama WBC pada ketinggian lahan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan sawah endemik hama WBC di Desa Notog (< 100 m dpl.), Kecamatan Patikraja, Desa Kedungbanteng (100-500 m dpl.), dan Desa Baseh (> 500 m dpl.), Kecamatan Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas, antara bulan April dan Agustus 2017.

Bahan yang digunakan adalah bioinsektisida berbahan aktif jamur entomopatogen *Fusarium cf. solani*, pupuk organik cair diperkaya khamir-bambu (POC^{+KB}), lahan sawah, benih padi IR 64, jagung, pupuk kompos, pupuk Urea, SP-36, dan KCl. Peralatan yang digunakan yaitu: petridish, gelas ukur, timbangan, knapsack sprayer, alat tulis, dan kamera. Percobaan efektivitas bioinsektisida berbahan aktif jamur entomopatogen *Fusarium cf. solani* dilakukan di lapangan pada petak sawah 4 m x 4 m. Padi yang digunakan adalah IR 64 dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) 2 faktor. Faktor I adalah penanaman padi pada ketinggian lahan < 100 m dpl (P₁), ketinggian lahan 100 – 500 m dpl (P₂), dan ketinggian lahan > 500 m dpl (P₃). Faktor II adalah frekuensi penyemprotan bioinsektisida berbahan aktif jamur *Fusarium cf. solani* yang terdiri atas: tanpa penyemprotan (F₀), satu kali/musim tanah (F₁); dan dua kali/musim tanam (F₂). 100 % N, P, K adalah pemupukan menggunakan takaran campuran 100 kg N/ha + 125 kg P₂O₅/ha + 100 kg K₂O/ha, dan takaran penyemprotan bioinsektisida berbahan aktif jamur *Fusarium cf. solani* dengan konsentrasi 10⁶ spora/ml. Setiap perlakuan dibuat 4 ulangan. Variabel yang diukur adalah kerusakan tanaman padi, jumlah populasi WBC, dan parameter pertumbuhan serta hasil tanaman padi seperti jumlah anakan, bobot jerami basah, bobot jerami kering, dan produktivitas tanah.

Metode penarikan contoh dilakukan secara sistematis berbentuk U, dan jumlah contoh per petak sebanyak 10 rumpun tanaman. Pengamatan OPT dilakukan setiap 1 hari sebelum aplikasi, dan selanjutnya diulang dengan selang 7 hari tanpa aplikasi. Dosis aplikasi perlakuan sebanyak 300 L/ha. Aplikasi pertama berdasarkan pengamatan gejala serangan OPT pertama kali terdeteksi. Keragaman data dianalisis dengan uji F dan dilanjutkan dengan Uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95 %.

Intensitas serangan OPT dikuantifikasi dengan rumus:

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan:

I = intensitas kerusakan

n = jumlah tanaman dalam setiap katagori serangan

v = nilai skala tiap katagori serangan

N = jumlah tanaman yang diamati

V = nilai skala serangan tertinggi

Nilai skala dari tiap katagori serangan adalah

0 = tidak ada kerusakan

1 = kerusakan 0 > - ≤ 20 % 0 < x ≤ 20

3 = kerusakan 20 > - ≤ 40 % 20 < x ≤ 40

5 = kerusakan 40 > - ≤ 65 % 40 < x ≤ 65

7 = kerusakan 65 > - ≤ 80 % 65 < x ≤ 80

9 = kerusakan 80 > - ≤ 100 80 < x ≤ 100

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi hama WBC

Populasi hama WBC pada 5 minggu setelah perlakuan (MSP) disajikan pada Tabel 1. Tabel ini menunjukkan tinggi tempat menurunkan populasi WBC, tetapi frekuensi penyemprotan jamur *Fusarium cf. solani* tidak berpengaruh terhadap populasi WBC dan tidak ada interaksi antara frekuensi penyemprotan dan tinggi tempat terhadap populasi WBC.

Jumlah populasi WBC pada ketinggian >500 mdpl lebih rendah dari dua ketinggian lainnya dan berdasarkan hasil analisis statistik berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini menunjukkan semakin rendah ketinggian tempat maka populasi WBC akan semakin tinggi. Namun aplikasi *Fusarium cf. solani* belum mampu menurunkan populasi WBC, walaupun jumlah populasi WBC lebih rendah dari kontrol (tanpa penyemprotan) (Tabel 1).

Perbedaan jumlah populasi mungkin disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban yang disebabkan oleh perbedaan ketinggian tempat. WBC merupakan hama yang akan tumbuh optimal pada kondisi lingkungan

yang sesuai. Menurut Manikandan et al. (2015), WBC menyelesaikan satu siklus hidupnya selama 44 hari pada suhu 28°C dan 32 hari pada suhu 36,0°C. Selain itu, pada hasil pengujian jamur entomopatogen lainnya seperti *Metarizium*, frekuensi aplikasi tidak berpengaruh nyata terhadap kematian dan jumlah populasi hama *Aphid glycines*, namun jumlah frekuensi aplikasi tertinggi menyebabkan kematian hama paling tinggi (Wathi et al., 2015). Setiap jamur entomopatogen juga memiliki rekomendasi aplikasi yang berbeda-beda. Seperti pada *Beaveria* aplikasi yang paling baik adalah aplikasi setiap satu minggu sekali dan dilakukan pada sore hari (Isrin & Fauzan, 2018).

Tabel 1. Populasi serangga hama WBC biotipe 3 minggu ke 5 (ekor/rumpun)

Tinggi tempat (m dpl.)	Frekuensi penyemprotan jamur <i>Fusarium cf. solani</i>			
	tanpa (F ₀)	1 kali (F ₁)	2 kali (F ₂)	Rerata
P ₁ (< 100)	15,00	13,37	13,33	13,88 A
P ₂ (100-500)	12,00	11,00	10,33	11,11 B
P ₃ (> 500)	2,33	1,66	3,66	2,55 C
Rerata	9,77 a	8,66 a	9,11 a	(o)

Keterangan: angka pada baris diikuti huruf kecil yang sama dan angka pada kolom diikuti huruf capital yang sama menunjukkan tidak beda nyata antarperlakuan pada uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95 % ($\alpha = 5\%$); (o) = tidak ada interaksi antara tinggi tempat dan frekuensi penyemprotan

Kerusakan Tanaman Akibat Serangan Wereng Batang Coklat

Hasil pengamatan tingkat serangan wereng batang coklat (WBC) biotipe 3 pada 5 dan 6 minggu setelah tanam (MST) ditampilkan pada Tabel 2. Serangan WBC mulai terpantau ada pada 4 MST. Tingkat kerusakan tanaman padi memiliki skoring 0 sampai 5 pada waktu pengamatan 5 hingga 6 MST. Jumlah tanaman terinfeksi WBC terus menurun

hingga tidak lagi ditemukan serangan WBC pada 7 MST. Herminanto et al. (2012) dan Fitriana (2013) menyatakan bioinsektisida berbahan aktif jamur *Fusarium cf. solani* sebagai entomopatogen serangga hama efektif mengendalikan hama wereng coklat (*Nilavarpata lugens* Stal) pada konsentrasi 10⁶ spora/ml adalah 38,8 hari setelah perlakuan (HSP). Namun pada penelitian ini, konsentrasi uji yang digunakan belum mampu mengendalikan WBC secara efektif.

Tabel 2. Kerusakan tanaman oleh serangan WBC biotipe 3 pada 5 – 6 mst. (%)

Tinggi tempat (m dpl)	Frekuensi penyemprotan jamur <i>Fusarium cf. solani</i>			
	1 kali (F ₁)	2 kali (F ₂)	Tanpa (F ₀)	Rerata
	----- (%) -----			
P ₁ (< 100)	4,60	4,60	5,00	4,73 A
P ₂ (100-500)	4,60	4,60	5,00	4,73 A
P ₃ (> 500)	4,00	2,67	3,34	3,34 B
Rerata	4,40 a	3,96 a	4,45 a	(o)

Keterangan: angka pada baris diikuti huruf kecil yang sama dan angka pada kolom diikuti huruf kapital yang sama menunjukkan tidak beda nyata antarperlakuan pada uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95 % ($\alpha = 5\%$); (o) = tidak ada interaksi antara tinggi tempat dan frekuensi penyemprotan

Berdasarkan hasil analisis, frekuensi penyemprotan jamur *Fusarium cf. solani* tidak berpengaruh terhadap serangan WBC biotipe 3. Artinya penyemprotan 0, 1 dan 2 kali tidak berpengaruh terhadap aktivitas serangan WBC. Adapun ketinggian tempat memiliki pengaruh untuk menurunkan aktivitas serangan WBC. Semakin tinggi tempat, tingkat serangan WBC semakin rendah. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyemprotan bioinsektisida dan tinggi tempat. Perbedaan tingkat serangan WBC kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan pada ketinggian tempat berbeda. Yang et

al. (2021), menyebutkan bahwa pada kondisi yang sesuai konsumsi pakan WBC lebih banyak.

Hasil Padi

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa frekuensi penyemprotan bioinsektisida tidak berpengaruh terhadap jumlah anakan produktif atau jumlah tunas tanaman padi yang menghasilkan malai. Namun, ketinggian tempat menurunkan jumlah anakan produktif. Jumlah anakan pada tinggi tempat di atas 500 m dpl lebih kecil dibandingkan ketinggian tempat 100 m dpl (Tabel 3). Tabel 4 dan 5 menunjukkan frekuensi penyemprotan jamur

Fusarium cf. solani tidak berpengaruh terhadap bobot jerami segar dan bobot jerami kering namun tinggi tempat meningkatkan bobot jerami segar dan bobot jerami kering (Tabel 4 dan 5). Hasil analisis statistik juga menunjukkan tidak ada pengaruh interaksi antara

frekuensi penyemprotan bioinsektisida *Fusarium. cf. solani* dan tinggi tempat terhadap jumlah anakan tanaman padi, bobot jerami segar, dan bobot jerami kering.

Tabel 3. Jumlah anakan (batang) produktif/rumpun

Tinggi tempat (m dpl)	Frekuensi penyemprotan jamur <i>Fusarium cf. solani</i>			Rerata
	1 kali (F ₁)	2 kali (F ₂)	Tanpa (F ₀)	
P ₁ (< 100)	26,70	28,70	24,30	26,50 A
P ₂ (100-500)	19,00	17,00	18,00	18,10 B
P ₃ (> 500)	14,00	12,70	13,00	13,20 C
Rerata	19,80 a	19,60 a	18,40 a	(o)

Tabel 4. Bobot jerami segar (ton/ha)

Tinggi tempat (m dpl.)	Frekuensi penyemprotan jamur <i>Fusarium cf. solani</i>			Rerata
	1 kali (F ₁)	2 kali (F ₂)	Tanpa (F ₀)	
P ₁ (< 100)	3,66	4,02	3,14	3,61 B
P ₂ (100-500)	1,44	1,77	1,00	1,40 C
P ₃ (> 500)	7,01	5,81	5,97	6,26 A
Rerata	4,04 a	3,87 a	3,37 a	(o)

Tabel 5. Bobot jerami kering (ton/ha)

Tinggi tempat (m dpl.)	Frekuensi penyemprotan jamur <i>Fusarium cf. solani</i>			Rerata
	1 kali (F ₁)	2 kali (F ₂)	Tanpa (F ₀)	
P ₁ (< 100)	1,35	1,51	1,41	1,33 B
P ₂ (100-500)	1,02	1,22	0,78	1,01 C
P ₃ (> 500)	2,03	2,26	1,73	2,01 A
Rerata	1,46 a	1,66 a	1,22 a	(o)

Keterangan: angka pada baris diikuti huruf kecil yang sama dan angka pada kolom diikuti huruf capital yang sama menunjukkan tidak beda nyata antarperlakuan pada uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95 % ($\alpha = 5\%$); (o) = tidak ada interaksi antara tinggi tempat dan frekuensi penyemprotan.

Parameter hasil padi lebih dipengaruhi oleh ketinggian tempat karena perbedaan tempat memberikan perbedaan kondisi lingkungan terhadap pertumbuhan tanaman padi. Menurut penelitian Azkiyah & Tohari (2019) semakin tinggi tempat maka suhu semakin rendah namun intensitas cahaya pada ketinggian 167 mdpl dan 897 mdpl lebih tinggi dibandingkan 582 mdpl. Kondisi lingkungan tersebut berpengaruh pada fotosintesis tanaman yang akhirnya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Fotosintesis dipengaruhi oleh sinar matahari dan suhu udara, sedangkan respirasi hanya dipengaruhi oleh suhu udara. Semakin hangat suhu udara, maka respirasi tanaman semakin besar (kuat), dan sebaliknya.

Hasil pengamatan terhadap jumlah sinar dan lama penyinaran yang diterima dan suhu udara rata-

rata, lokasi di atas 500 m dpl. mempunyai jumlah lama penyinaran lebih sedikit dari lokasi di bawah 100 m dpl., tetapi suhu udara rata-rata lokasi di atas 500 m dpl. 2,44 °C lebih rendah. Keadaan suhu udara yang demikian menyebabkan respirasi di lokasi di bawah 100 m dpl. lebih besar dari respirasi pada lokasi di atas 500 m dpl., sehingga netto fotosintat pada lokasi di atas 500 m dpl. Lebih besar dari netto fotosintat pada lokasi di bawah 100 m dpl.

Frekuensi penyemprotan jamur *Fusarium cf. solani* tidak berpengaruh terhadap produktivitas tanah sawah namun produktivitas tanah sawah menurun seiring ketinggian tempat. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh interaksi antara frekuensi penyemprotan jamur *Fusarium. cf. solani* dan tinggi tempat terhadap produktivitas tanah sawah (Tabel 6).

Tabel 6. Produktivitas tanah (ton gabah kering panen/ha)

Tinggi tempat (m dpl)	Frekuensi penyemprotan jamur <i>Fusarium cf. solani</i>			Rerata
	1 kali (F ₁)	2 kali (F ₂)	Tanpa (F ₀)	
P ₁ (< 100)	4,40	5,02	3,56	4,33 AB
P ₂ (100-500)	5,28	5,60	3,80	4,89 A
P ₃ (> 500)	4,94	3,66	2,74	3,78 B
Rerata	4,87 a	4,76 a	3,37 a	(o)

Keterangan: angka pada baris diikuti huruf kecil yang sama dan angka pada kolom diikuti huruf capital yang sama menunjukkan tidak beda nyata antarperlakuan pada uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95 % ($\alpha = 5\%$); (o) = tidak ada interaksi antara tinggi tempat dan frekuensi penyemprotan.

KESIMPULAN

1. Penggunaan bioinsektisida jamur *Fusarium cf. solani* pada daerah endemik wereng batang coklat belum mampu menurunkan kerusakan tanaman dan juga belum mampu meningkatkan produktivitas padi sawah.
2. Frekuensi penyemprotan jamur *Fusarium cf. solani* tidak berpengaruh terhadap tingkat kerusakan serangan WBC, populasi serangga WBC, jumlah anakan tanaman padi, bobot jerami segar dan kering, dan produktivitas tanah sawah.
3. Tinggi tempat menurunkan tingkat serangan serangga WBC, jumlah anakan tanaman padi, populasi serangga WBC, dan produktivitas tanah sawah.
4. Tidak ada sinergi (interaksi positif) antara penyemprotan bioinsektisida jamur *Fusarium cf. solani* dan ketinggian tempat pada semua variable.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Dirjen Kemenristekdikti. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua LPPM, Unsoed, Kepala Laboratorium Perlindungan Tanaman, PS. Agroteknologi, Fak. Pertanian, UNSOED, dan kepada Bpk. Chaerul Basier (almarhum) yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aizzah B. 2016. Uji aplikasi cendawan entomopatogen *Fusarium cf. solani* untuk mengendalikan hama walang sangit (*Leptocoris oratorius*) Di Desa Notog Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas dan pengaruhnya terhadap produksi tanaman padi. skripsi thesis, Universitas Jenderal Soedirman.
- Azkiyah DR & Tohari. 2019. Pengaruh ketinggian tempat terhadap pertumbuhan, hasil dan kandungan steviol glikosida pada tanaman stevia (*Stevia rebaudiana*). *Vegetalika*. 8(1):1-12.
- Diniz AG, Barbosa LFS, Da Silva Santos AC, De Oliveira NT, Da Costa AF, Carneiro-leão MP, & Tiago PV. 2020. Bio-insecticide effect of isolates of *Fusarium caatingaense* (Sordariomycetes: Hypocreales) combined to botanical extracts against *Dactylopius opuntiae* (Homoptera: Dactylopiidae). *Biocontrol Science and Technology*. 30(4): 384-395. <https://doi.org/10.1080/09583157.2020.1720601>.
- Fitriana, N. 2013. Eksplorasi dan uji efektivitas jamur entomopatogen untuk mengendalikan hama wereng coklat, *Nilaparvata lugens* Stal. (Skripsi). Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Universitas Jenderal Soedirman Fakultas Pertanian Purwokerto.
- Herminanto, Wiyantono, Utami DS, & Sudjarwo. 2012. Kajian Pemanfaatan Nilam dan Jamur Entomopatogen untuk Pengendalian Hama Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal) di Kabupaten Banyumas. Laporan Penelitian Resin TA 2012. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Isrin M, & Fauzan A. 2018. Pengaruh Frekuensi dan Saat Aplikasi *Beauveria bassiana* terhadap Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal) pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *BIOFARM Jurnal Ilmiah*. 14 (2). 57-64.
- Majumbara A, Boetela MA, & Jaronski ST. 2008. Discovery of *Fusarium solani* as a naturally occurring pathogen of sugarbeet root maggot (Diptera: Ulidiidae) pupae: Prevalence and baseline susceptibility. *Journal of Invertebrate Pathology*. 97. 1–8.
- Manikandan, Kennedy JS, & Geethalakshmi. 2015. Effect of temperature on life history parameters of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal) N. *African Journal of Agricultural Research*. 10(38): 3678-3685. DOI: 10.5897/AJAR2015.10094.
- Sharma L, & Mawques G. 2018. *Fusarium*, an Entomopathogen—A Myth or Reality?. *Pathogens*. 7(93). doi:10.3390/pathogens7040093.
- Wahid OAA, & Elbanna SM. 2012. Evaluation of the insecticidal activity of *Fusarium solani* and *Trichoderma harzianum* against cockroaches; *Periplaneta Americana*. *African Journal of Microbiology Research*, 6(5), 1024–1032. <https://doi.org/10.5897/ajmr-11-1300>.
- Wathi E, Hasibuan R, & Indriyat. 2015. Pengaruh frekuensi aplikasi isolat jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap kutudaun (*Aphis glycines* Matsumura) dan organisme non-target pada pertanaman kedelai. *J. Agrotek Tropika*. 3(2): 204 – 210.
- Yang l, Huang L, Wang W, Chen E, Chen H, & Jiang J. 2021. Effects of Temperature on Growth and Development of the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Environmental Entomology*. 50(1), 2021, 1–11 doi: 10.1093/ee/nvaa144.

