

**PENGARUH VOLUME SEMPROT DAN KECEPATAN TERBANG DRONE SPRAYER
ANTASENA DALAM PENGENDALIAN HAMA PENGGEREK BATANG PADI**

**THE INFLUENCE OF SPRAY VOLUME AND FLIGHT SPEED OF THE ANTASENA DRONE
SPRAYER IN CONTROLLING RICE STEM BORER PESTS**

Rifdah Ardelia Sanusi, Harmanto, Andy Saryoko
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia
Jl. Sinarmas Boulevard, Situ Gadung
Nomor. 01 Kec. Pagedangan, Tangerang, Banten, 15338
e-mail: aiii.riell@gmail.com

ABSTRACT

The development of agricultural technology is oriented towards increasing production, productivity, and farming efficiency. One of the technologies that has developed and attracted attention in recent years is the use of drone sprayers for fertilization and pest control applications. This study aims to test the effectiveness of drone sprayers at two different spray volumes in controlling pests. The research was conducted from May to June in Babat Subdistrict, Lamongan Regency, East Java, using direct observation methods to observe white rice stem borer attacks on rice plants. The two spray volumes tested were 40 l/ha and 60 l/ha with drone flying speeds of 5.1 m/s and 4.5 m/s, respectively. The parameters observed included flying speed, spray volume, solution concentration, and the level of white rice stem borer attacks. The research results showed that the drone sprayer using a flying speed of 4.5 m/s and a spray volume of 60 l/ha provided better effectiveness compared to a flying speed of 5.1 m/s with a spray volume of 45 l/ha. This better result is suspected to be due to more even spraying at a slower speed compared to a higher speed. The spray results of both spray volumes provided better outcomes than the control field, which tended to increase the number of affected tillers and decrease the number of unaffected tillers.

Keywords: drone sprayer, rice, white stem borer.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pertanian berorientasi pada peningkatan produksi, produktivitas dan efisiensi usaha tani. Salah satu teknologi yang berkembang dan menarik perhatian beberapa tahun terakhir adalah penggunaan drone sprayer untuk aplikasi pemupukan dan pengendalian hama. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas drone sprayer pada dua volume semprot yang berbeda dalam pengendalian hama. Penelitian dilakukan dari Mei hingga Juni di Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, menggunakan metode observasi langsung untuk mengamati serangan hama penggerek batang padi putih pada tanaman padi. Dua volume semprot yang diuji adalah 40 l/ha dan 60 l/ha dengan kecepatan terbang drone masing-masing 5,1 m/s dan 4,5 m/s. Parameter yang diamati meliputi kecepatan terbang, volume semprot, konsentrasi larutan, dan tingkat serangan hama penggerek batang padi putih. Hasil penelitian menunjukkan drone sprayer menggunakan kecepatan terbang 4,5 m/s dan volume semprot 60 l/ha memberikan tingkat efektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan kecepatan terbang 5,1 m/s dengan volume semprot 40 l/ha. Hasil yang lebih baik ini diduga diakibatkan oleh penyemprotan yang lebih merata pada kecepatan yang lebih lambat dibandingkan kecepatan yang lebih tinggi. Hasil semprot kedua volume semprot tersebut memberikan hasil yang lebih baik daripada lahan kontrol yang cenderung meningkat jumlah anakan yang terserang dan menurunkannya jumlah anakan yang tidak terserang.

Kata kunci: drone sprayer, padi, penggerek batang putih.

PENDAHULUAN

Penggerek batang padi merupakan hama tanaman padi yang termasuk ordo *lepidoptera* dari famili *Noctuidae* dan *Pyalidae*. Serangga ini umumnya tertarik pada lampu pada malam hari, berbentuk kupu-kupu kecil yang disebut ngengat dan tersebar di daratan Asia, Amerika, dan Australia.

Ada enam jenis penggerek batang padi (PBP) yang menyerang tanaman padi di Indonesia, lima jenis dari famili *Pyalidae*, yaitu *Scirpophaga incertulas Walker* (PBP kuning), *Scirpophaga innotata Walker* (PBP putih), *Chilo suppressalis Walker* (PBP bergaris), *Chilo auricilius Dudgeon* (PBP berkilat), *Chilo polychrysus Meyrick* (PBP berkepala hitam) dan satu jenis dari famili *Noctuidae*, yaitu *Sesamia inferens Walker* (PBP merah jambu) (Siwi, 1979; Soehardjan, 1983; Soejitno, 1986; Sutarna, 1999).

Gejala serangan hama penggerek tersebut sama, yaitu pada fase vegetatif yang disebut sundep dengan gejala titik tumbuh tanaman muda mati. Gejala serangan penggerek pada fase generatif disebut beluk dengan gejala malai mati dengan bulir hampa yang kelihatan berwarna putih. Gejala penggerek batang padi putih sudah kelihatan sejak 4 hari setelah larva penggerek masuk. Larva penggerek selalu keluar masuk batang padi, sehingga satu ekor larva sampai menjadingengat dapat menghabiskan 6-15 batang padi.

Secara umum, tindakan seperti pemupukan dan pengendalian hama masih dijalankan dengan cara manual dan melalui kerja sama komunal. Penggunaan pestisida kimia dalam penyemprotan hama, yang dapat berbahaya bagi

kesehatan, masih terjadi. Pada sisi lain, wilayah pertanian yang cukup luas, metode metode tradisional dalam pemupukan dan pengendalian hama, menjadikan tidak efisien dan kurang akurat dalam penerapannya (Nurwardani, et al., 2023).

Pengelolaan perawatan tanaman dengan metode penyemprotan pestisida oleh tenaga manusia dianggap kurang meminimalisir waktu dan tenaga kerja. Pestisida yang digunakan juga berpotensi membahayakan kesehatan pekerja. Efek samping selama atau setelah penyemprotan, mual, kram perut, mata yang berair, iritasi kulit yang bisa berujung pada luka, kejang, pingsan, bahkan kasus fatal yang mengarah pada kematian (Kamilaris et al., 2019; Khoirunisa & Kurniawati, 2019; Nurwardani, et al., 2023). Dalam pengaplikasian pestisida diperlukan kesadaran dan perlengkapan keselamatan kerja yang tinggi untuk dapat meminimalisir dampak negatif pestisida jika terjadi kontak secara langsung. Menurut Sulistyoningrum (2008) pestisida tidak boleh terkena kulit secara langsung, terhirup atau pun mengenai mata manusia karena pestisidamengandung bahan kimia yang berbahaya.

Teknologi telah menjadi bagian integral dari perkembangan sektor pertanian, dan inovasi terus menerus terjadi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitasnya. Salah satu inovasi yang menarik perhatian dalam beberapa tahun terakhir adalah penggunaan drone sprayer dalam pemberian nutrisi dan pengendalian hama. Drone, atau yang dikenal juga sebagai pesawat tanpa awak, telah menjadi alat yang sangat berguna dalam berbagai aplikasi, termasuk pertanian. Dengan kemampuan untuk

mengumpulkan data dari udara dengan cepat dan efisien, drone menjanjikan potensi yang besar untuk mengubah cara kita memantau dan mengelola tanaman, memberikan nutrisi serta mengendalikan hama di pertanian.

Drone sprayer adalah teknologi sarana udara tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle/UAV*) sudah digunakan sebagai penyemprot pestisida oleh petani sejak era 4.0 dan dianggap efektif dan efisien mengendalikan hama. Drone sprayer memiliki potensi besar dalam bidang pertanian, karena teknologi tersebut dapat dikendalikan dari jarak jauh serta menghemat waktu kerja. Terdapat dua jenis drone sprayer, yaitu drone yang dikendalikan oleh pilot secara manual jarak jauh menggunakan radio control dan drone yang bekerja secara otomatis dari program yang telah ditentukan sebelum terbang (Weselek et al., 2019). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efektivitas drone sprayer pada dua volume semprot yang berbeda dalam pengendalian hama penggerek batang padi putih

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur pada bulan Mei sampai Juni 2024. Alat alat yang digunakan, yaitu drone sprayer maxx antasena, kapasitas tangki 20 liter, remote control AG12, baterai A22 2020 QF14190, handphone, dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah tanaman padi varietas Inpari 32. Pupuk daun berbahan aktif Nitrogen (N) 26%, Fosfat (P_2O_5) 6%, Kalium (K_2O) 6%. Fungisida berbahan aktif Difenokanazol 250 g/l, bio activator tanaman dengan bahan organik berimbang, insektisida berbahan aktif

Dimehipo 500 g/l serta perekat, perata, penembus berbahan aktif 2 ethyl hexyl sulfosuccinate 500 g/l.

Metode penelitian dilakukan analisis dengan melihat banyaknya anakan padi yang terkena serangan hama sundep sebelum dilakukan penyemprotan, 7 HSP, 10 HSP, 13 HSP dan 16 HSP dengan menggunakan volume semprot 40 l/ha dengan kecepatan terbang 5,1 m/s dan volume semprot 60 l/ha dengan kecepatan terbang 4,5 ml/ha. Pengamatan dilakukan di 3 areal, yaitu lahan A yang disemprot dengan menggunakan volume semprot 40 l/ha dengan kecepatan 5,1 m/s (kecepatan tinggi — Va) dengan luas lahan 0,62 ha, lahan B yang disemprot dengan menggunakan volume semprot 60 l/ha dengan kecepatan terbang 4,5 m/s (kecepatan rendah — Vb) dengan luas lahan 0,2 ha serta lahan kontrol yang disemprot secara manual oleh petani. Jumlah tanaman sample masing masing 30 rumpun padi. Kriteria anakan yang terserang hama sundep, yaitu batang padi mengering, layu dan mudah dicabut.

Perhitungan intensitas serangan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: P adalah Persentase serangan, n adalah jumlah anakan yang terserang/tidak terserang, N adalah total anakan keseluruhan (Direktorat Perlindungan Pangan, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Drone Sprayer Dengan Kecepatan Tinggi Volume Rendah - Va

Penyemprotan Va adalah penyemprotan yang dilakukan dengan menggunakan volume semprot 40 l/ha dan kecepatan terbang drone 5,1 m/s. Gejala penggerek batang padi di lapang dapat

terlihat pada daun tanaman padi yang menggulung dan mulai menguning serta ketika batang padi di tarik sangat mudah lepas atau patah. Saat melakukan pengamatan bersama pemilik lahan, ditemukan juga telur penggerek batang padi di pada permukaan daun bagian bawah.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di lapang, hasil pengamatan

yang terkena gejala serangan hama penggerek batang padi dan yang tidak terkena gejala serangan hama penggerek batang padi sebelum dan sesudah dilakukan penyemprotan sebagai berikut :

Tabel 1. Keragaan Tanaman Padi Pada Va

Variabel Pengamatan	Sebelum Penyemprotan	Sesudah Penyemprotan				Efektivitas Penyemprotan
		7 HSP	10 HSP	13 HSP	16 HSP	
Jumlah rumpun padi sample	30	30	30	30	30	
Rata rata anakan per rumpun (batang)	12,1	12	11,8	11,7	11,7	
Rata rata anakan terserang per rumpun (batang)	4,4	3,9	3,5	3,2	3,2	1,2
Presentase jumlah anakan terserang (%)*	37	32	30	28	28	9
Rata rata anakan tidak terserang per rumpun (batang)	7,7	8	8,3	8,5	8,5	0,8
Presentase jumlah anakan tidak terserang (%)*	63	66	70	72	72	9

*Nilai presentase didapat dari = jumlah anakan / jumlah total x 100%

**Nilai efektivitas penyemprotan anakan terserang = sebelum penyemprotan – 16 HSP

**Nilai efektivitas penyemprotan anakan tidak terserang = 16 HSP – sebelum penyemprotan

Berdasarkan data dari tabel 1, rata rata jumlah anakan per rumpun sebelum penyemprotan sebesar 12,1 kemudian setelah dilakukan penyemprotan terjadi penurunan menjadi 11,7. Jumlah anakan terserang sebelum dilakukan penyemprotan yaitu 4,4 atau 37%, setelah dilakukan penyemprotan jumlahnya menurun menjadi 3,2 atau 28%. Jumlah anakan yang tidak terserang sebelum penyemprotan sebesar 7,7 atau 63%, dan setelah dilakukan penyemprotan menjadi 8,5 atau 72%. Efektivitas penyemprotan terlihat dari jumlah anakan

yang terserang menurun dan jumlah anakan yang tidak terserang terjadi kenaikan, yaitu sebesar 9%.

Berdasarkan hasil pengamatan di lahan, setelah dilakukan penyemprotan pestisida dan nutrisi, kondisi lahan mulai membaik. Gejala serangan hama penggerek batang padi sudah mulai berkurang, ditandai dengan munculnya batang padi baru dan pulihnya warna daun menjadi hijau meskipun tidak sepenuhnya hijau (pudar), namun jumlah batang padi batang padi yang mengering dan mati.

Penyemprotan nutrisi dan pestisida

menunjukkan efek yang bervariasi pada setiap rumpun tanaman padi. Beberapa rumpun mengalami penurunan pada jumlah batang padi yang terkena hama penggerek batang padi, namun ada juga beberapa rumpun yang jumlah batang padinya menurun di tiap rumpun.

Penurunan jumlah batang padi pada beberapa rumpun disebabkan oleh konsentrasi unsur nitrogen yang terkandung pada pupuk daun yang diberikan saat penyemprotan terlalu tinggi. Unsur nitrogen yang diberikan bersamaan dengan pestisida dan fungisida pada saat penyemprotan berdampak pada rusaknya jaringan tanaman akibat terkena nitrogen dengan konsentrasi yang tinggi sehingga menyebabkan beberapa batang padi mati.

Efektivitas Drone Sprayer Dengan Kecepatan Rendah Volume Tinggi - Vb

Pada Vb penyemprotan dilakukan dengan menggunakan volume semprot 60 l/ha dan kecepatan terbang drone 4,5 m/s. Gejala penggerek batang padi di lapang dapat terlihat pada daun tanaman padi yang menggulung dan mulai menguning serta ketika batang padi di tarik sangat mudah lepas atau patah. Kondisi yang sama dengan Va, saat melakukan pengamatan bersama pemilik lahan, ditemukan juga telur penggerek batang padi di pada permukaan daun bagian bawah.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di lapang, hasil pengamatan batang padi pada 30 rumpun yang terkena gejala serangan hama penggerek batang padi dan yang tidak terkena gejala serangan hama penggerek batang padi sebelum dan sesudah dilakukan penyemprotan sebagai berikut :

Tabel 2. Keragaan Tanaman Padi Pada Vb

Variabel Pengamatan	Sebelum Penyemprotan	Sesudah Penyemprotan				Efektivitas Penyemprotan
		7 HSP	10 HSP	13 HSP	16 HSP	
Jumlah rumpun padi sample	30	30	30	30	30	
Rata rata anakan per rumpun (batang)	12,1	12,3	12,3	12,3	12,3	
Rata rata anakan terserang per rumpun (batang)	3,4	2,3	1,9	1,7	1,7	1,7
Presentase jumlah anakan terserang (%)*	28	19	16	14	14	14
Rata rata anakan tidak terserang per rumpun (batang)	8,7	10	10,3	10,6	10,6	1,9
Presentase jumlah anakan tidak terserang (%)*	72	81	84	86	86	14

**Nilai presentase didapat dari = jumlah anakan / jumlah total x 100%

**Nilai efektivitas penyemprotan anakan terserang = sebelum penyemprotan – 16

**Nilai efektivitas penyemprotan anakan tidak terserang = 16 HSP – sebelum penyemprotan.

Berdasarkan data dari tabel 2, rata rata jumlah anakan per rumpun sebelum

penyemprotan sebesar 12,1 kemudian setelah dilakukan penyemprotan terjadi kenaikan jumlah anakan per rumpun menjadi 12,3. Jumlah anakan terserang sebelum dilakukan penyemprotan yaitu 3,4 atau 28%, setelah dilakukan penyemprotan jumlahnya menurun menjadi 1,7 atau 14%. Jumlah anakan yang tidak terserang sebelum penyemprotan sebesar 8,7 atau 72%, dan setelah dilakukan penyemprotan menjadi 10,6 atau 86%. Efektivitas penyemprotan terlihat dari jumlah anakan yang terserang menurun dan jumlah anakan yang tidak terserang terjadi kenaikan, yaitu sebesar 14%.

Berdasarkan hasil pengamatan di lahan, setelah dilakukan penyemprotan pestisida dan nutrisi, kondisi lahan mulai membaik. Gejala serangan hama penggerek batang padi sudah mulai berkurang, batang padi baru mulai banyak bermunculan dan warna daun padi mulai menghijau, meskipun masih ada beberapa daun padi yang mengering.

Penyemprotan yang dilakukan pada Vb menunjukkan efektivitas yang baik dalam

mengurangi serangan pada anakan padi dan meningkatkan jumlah anakan yang sehat, terlihat dari naiknya jumlah anakan yang tidak terserang dan menurunnya jumlah anakan yang terserang setelah penyemprotan. Ini menunjukkan bahwa volume semprot dan kecepatan terbang drone sprayer ini cukup efektif dalam melindungi tanaman padi dari serangan, serta meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanaman.

Perbandingan Efektivitas Drone Sprayer Pada Berbagai Kecepatan

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di lapang, didapatkan bahwa lahan yang dilakukan penyemprotan secara manual oleh petani dengan menggunakan hand sprayer memiliki serangan hama sundep yang cukup banyak pada anakan padi. Berikut hasil pengamatan keragaan tanaman padi pada lahan kontrol:

Tabel 3. Keragaan Tanaman Padi Pada Lahan Kontrol

Variabel Pengamatan	Sebelum Penyemprotan	Setelah Penyemprotan			
		7 HSP	10 HSP	13 HSP	16 HSP
Jumlah rumpun padi sample	30	30	30	30	30
Rata rata anakan per rumpun (batang)*	12,1	NA	NA	13,2	13,1
Rata rata anakan terserang per rumpun (batang)*	3,9	NA	NA	6,4	6,3
Presentase jumlah anakan terserang (%)**	32	NA	NA	49	48
Rata rata anakan tidak terserang per rumpun (batang)*	8,2	NA	NA	6,8	6,8
Presentase jumlah anakan tidak terserang (%)**	68	NA	NA	51	52

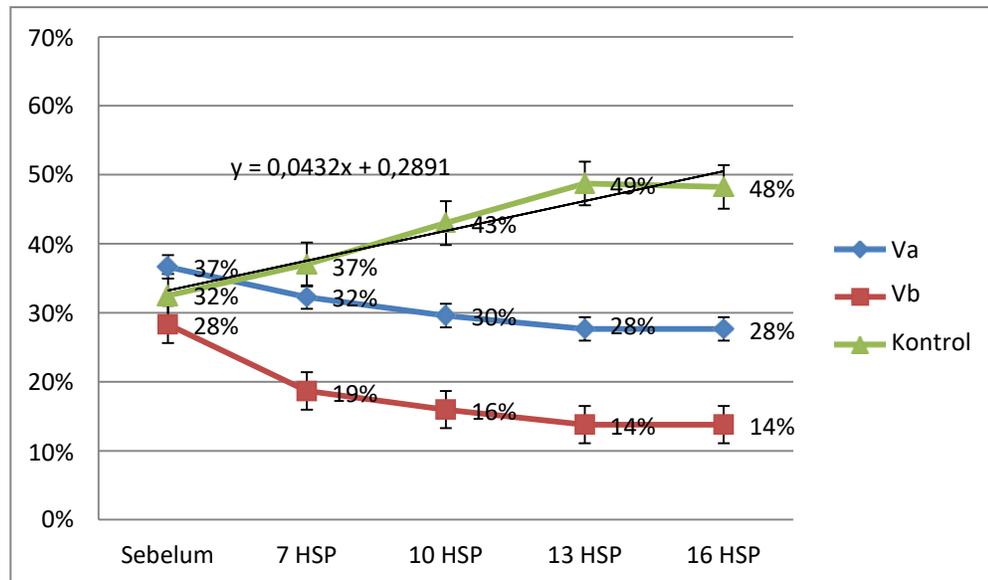
**Tidak dilakukan pengamatan jumlah anakan. Jumlah anakan dihitung berdasarkan nilai rata rata lahan percobaan lainnya. NA data tidak tersedia karena tidak dilakukan pengamatan pada umur 7 dan 10 HSP

**Nilai presentase didapat dari = jumlah anakan / jumlah total x 100%.

Berdasarkan data dari tabel 3, rata rata jumlah anakan per rumpun

sebelum penyemprotan sebesar 12,1 kemudian setelah dilakukan penyemprotan terjadi kenaikan jumlah anakan per rumpun menjadi 13,1. Jumlah anakan terserang sebelum dilakukan penyemprotan yaitu 3,9 atau 32%, setelah dilakukan penyemprotan

ternyata jumlahnya naik menjadi 6,3 atau 48%. Jumlah anakan yang tidak terserang sebelum penyemprotan sebesar 8,2 atau 68%, dan setelah dilakukan penyemprotan menjadi 6,8 atau 52%.



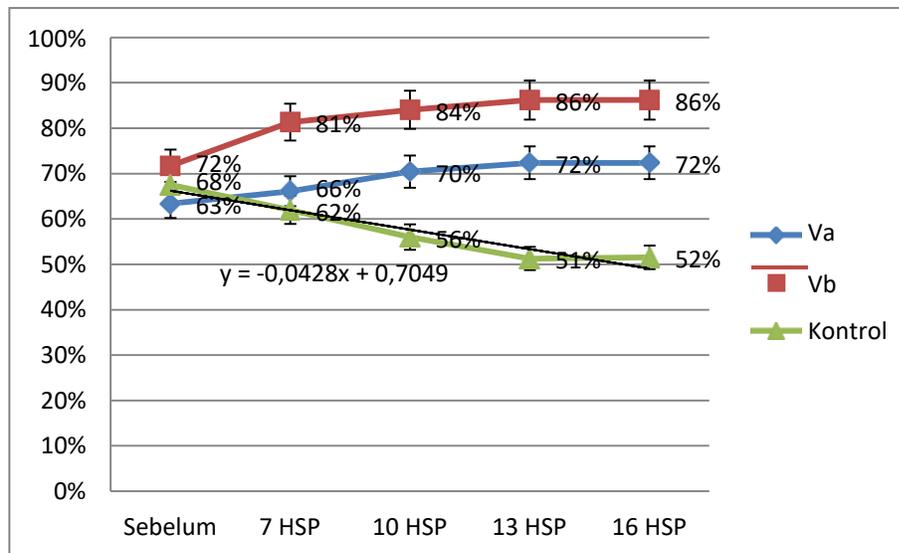
Gambar 1. Grafik Efektivitas Anakan Yang Terserang

Berdasarkan grafik di atas, terjadi penurunan jumlah anakan yang terserang pada Va dan Vb akibat penyemprotan. Penyemprotan Vb menghasilkan penurunan yang lebih besar dibandingkan dengan Va. Sementara Kontrol cenderung untuk meningkat jumlah yang terserang.

Pada Va terjadi efektivitas penurunan anakan yang terserang dari 37% menjadi 28%, dan pada Vb terjadi efektivitas penurunan anakan yang terserang dari 28% menjadi 14%. Yang mana artinya efektivitas penurunan anakan yang terserang pada Vb lebih baik daripada Va. Sedangkan pada

Kontrol, ada kenaikan jumlah anakan yang terserang dari 32% menjadi 49%.

Kecepatan terbang drone 4,5 m/s dengan volume semprot 60 l/ha memberikan tingkat efektivitas yang lebih baik daripada volume semprot 40 l/ha dengan kecepatan terbang drone 5,1 m/s, hal ini dikarenakan tingkat semprotan dengan volume semprot 60 l/ha lebih merata mengenai tanaman sehingga hasil semprotan nutrisi dan pestisida lebih berdampak pada tanaman padi.



Gambar 2. Grafik Efektivitas Anakan Yang Tidak Terserang

Berdasarkan grafik diatas, Va dan Vb jumlah anakan yang tidak terserang semakin bertambah. Pada Va efektivitas kenaikan jumlah anakan yang tidak terserang sebesar 9% dan pada Vb, efektivitas kenaikan jumlah anakan yang terserang sebesar 14%. Sedangkan pada Kontrol, terjadi kenaikan jumlah anakan yang tidak terserang sebesar 16%.

Berdasarkan hasil data di lapang, menunjukkan bahwa penyemprotan dengan Va memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan lahan Kontrol, hal ini terlihat dari efektivitas anakan yang terserang dan yang tidak terserang, lebih baik Va daripada Kontrol. Tetapi jika dibandingkan dengan Vb, efektivitasnya jauh lebih efektif Vb dibandingkan dengan Va. Efektivitas yang lebih tinggi ini dapat disebabkan oleh distribusi pestisida yang lebih merata dan penetrasi yang lebih baik ke area tanaman dengan menggunakan drone, sehingga memberikan perlindungan yang lebih optimal terhadap tanaman dari serangan hama penggerek batang padi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan drone sprayer menggunakan kecepatan terbang 4,5 m/s dan volume semprot 60 l/ha memberikan tingkat efektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan kecepatan terbang 5,1 m/s dengan volume semprot 40 l/ha. Hasil yang lebih baik ini diduga diakibatkan oleh penyemprotan yang lebih merata pada kecepatan yang lebih lambat dibandingkan kecepatan yang lebih tinggi. Kedua konsentrasi yang digunakan (60 l/ha dan 40 l/ha) masih jauh dibanding konsentrasi penyemprotan pestisida yang direkomendasikan. Hasil semprot kedua volume semprot tersebut memberikan hasil yang lebih baik daripada lahan Kontrol yang cenderung meningkat jumlah anakan yang terserang dan menurunnya jumlah anakan yang tidak terserang. Maka, volume semprot dengan konsentrasi yang lebih rendah yang diduga memberikan tingkat efektivitas yang lebih baik dalam pengendalian hama penggerek batang padi putih. Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim PT. Maxxi Tani yang sudah membantu dalam menyediakan drone sprayer dan perlengkapan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. (2018). Petunjuk Teknis Pengamatan dan Pelaporan Organisme Pengganggu Tumbuhan serta Dampak Perubahan Iklim ((OPT-DPT)), Edisi revisi. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian. 139 hal. <https://tanamanpangan.pertanian.go.id/assets/front/uploads/document/Juknis%20Pengamatan%20dan%20Pelaporan%20OPT%20dpi.pdf>
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol.91). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>.
- Khoirunisa, H., & Kurniawati, F. (2019). Penggunaan Drone dalam Mengaplikasikan Pestisida di Daerah Sungai Besar, Malaysia. *Jurnal Pusat Informasi Masyarakat*, 1(1).
- Nurwardani, G. S., Setiawan, I., & Noor, T.I. (2023). The Analysis of Rice Commodity Procurement Sustainability in Pasar Induk Cikurubuk, Tasikmalaya, West Java. *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi Dan Agribisnis*, 7(1). <https://doi.org/10.30737/agrinika.v7i1.2318>
- Siwi, S. S. 1979. Identifikasi Penggerek Batang Padi Di Indonesia. Kongres Entomologi I. Jakarta.
- Soehardjan, M. 1983. Dinamika Populasi Penggerek Kuning Padi *Tryporiza incertulas* (Walker) (Pyralidae, Lepidoptera). Disertasi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Soejitno, J. 1986. Pengaruh Serangan Penggerek Padi Kuning *Tryporiza incertulas* (Walker) Pada Berbagai Umur Tanaman Terhadap Kerusakan Tanaman Padi. Lembaga Penelitian Pertanaman. Bogor.
- Sulistiyoningrum SCD. 2008. Gangguan kesehatan akut petani pekerja akibat pestisida di Desa Kedung Rejo Kecamatan Megaluh Kabupaten Jombang. [Skripsi]. Yogyakarta (ID): Universitas Sanata Dharma.
- Sutarna. 1999. Perkembangan Populasi Penggerek Batang Padi *Scirpophaga incertulas* (Walker) pada Tanaman Padi *Oryza sativa* L. Var IR-64 pada Pertanaman Musim Hujan di Banguntapan Bantul. Tesis. Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, L., Schindele, S., & Hogy, P. (2019). *Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities*. *Agronomy for Sustainable Development*, 39.