

Efektivitas dan Efisiensi *Drone Sprayer* dan *Mist Blower* pada Pengendalian Hama *Helopeltis* sp. di Hutan Tanaman Industri *Eucalyptus* sp. PT Toba Pulp Lestari, Tbk

Collin Steven Anggada*), Agus Prijono, Sugeng Wahyudiono

Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan INSTIPER Yogyakarta

*)Email Korespondensi: collinanggada@gmail.com

ABSTRAK

Hama *Helopeltis* sp. merupakan organisme pengganggu tanaman yang berpotensi menurunkan pertumbuhan dan produktivitas *Eucalyptus* sp. di kawasan Hutan Tanaman Industri (HTI). Oleh karena itu, diperlukan metode pengendalian hama yang efektif dan efisien guna mendukung keberlanjutan produksi bahan baku industri pulp. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan efektivitas dan efisiensi penggunaan *drone sprayer* dan *mist blower* dalam pengendalian hama *Helopeltis* sp. pada tanaman *Eucalyptus* sp. di HTI PT Toba Pulp Lestari, Tbk. Penelitian dilaksanakan di *Estate* Aek Raja dengan menggunakan dua perlakuan alat semprot, yaitu *drone sprayer* dan *mist blower*, yang masing-masing diterapkan pada lima ulangan kompartemen. Parameter efektivitas yang diamati meliputi insidensi serangan dan efektivitas alat, sedangkan parameter efisiensi meliputi waktu kerja, produktivitas alat, dan biaya operasional. Data dianalisis menggunakan uji *Independent Sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua alat memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dalam menurunkan insidensi serangan *Helopeltis* sp. dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik. Dari aspek efisiensi, *drone sprayer* lebih unggul dalam waktu kerja dan produktivitas, sedangkan *mist blower* memiliki biaya operasional yang lebih rendah. Pemilihan alat pengendalian hama dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan dan pertimbangan efisiensi operasional. Data dianalisis menggunakan *Independent Sample t-test*. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua alat dalam menurunkan insidensi (Sig. 0,276 > 0,05). *Drone sprayer* lebih unggul dalam waktu kerja (0,39 jam/ha < 1,46 jam/ha), sedangkan *mist blower* lebih rendah dalam biaya operasional (Rp308.858 < Rp356.290).

Kata Kunci: *drone sprayer*; *mist blower*; *Helopeltis* sp., *Eucalyptus* sp.

PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Industri (HTI) dikembangkan untuk menjamin ketersediaan bahan baku industri sekaligus mendukung rehabilitasi kawasan hutan produksi (Peraturan Pemerintah, 1990). Salah satu komoditas utama yang dibudidayakan adalah *Eucalyptus* sp., yang memiliki pertumbuhan cepat dan potensi tinggi sebagai bahan baku pulp (Leksono, 2010; Mindawati *et al.*, 2010).

Serangan *Helopeltis* sp. menyebabkan bercak nekrotik pada daun dan pucuk akibat aktivitas pengisapan cairan sel tanaman (Indriati & Soesanthy, 2014). Siklus hidup hama ini terdiri atas fase telur, nimfa, dan imago dengan total durasi sekitar 75 hari (Maryani & Daniati, 2019).

Perkembangan teknologi pertanian menghadirkan *drone sprayer* berbasis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang mampu meningkatkan presisi dan efisiensi aplikasi pestisida (Hassanalian & Abdelkefi, 2017). Di sisi lain, *mist blower* menghasilkan *droplet* bertekanan

tinggi yang mampu menjangkau area vegetasi rapat (Pramuhadi & Sidik, 2020). Meskipun keduanya telah digunakan dalam praktik operasional, perbandingan efektivitas dan efisiensi pada pengendalian *Helopeltis* sp. masih memerlukan kajian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan membandingkan kedua alat tersebut dari aspek efektivitas dan efisiensi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada 1 Juli – 30 September 2025 di Estate Aek Raja, PT Toba Pulp Lestari, Tbk. Objek penelitian adalah tanaman *Eucalyptus* sp. umur 7,5–12,5 bulan dengan tingkat serangan di atas ambang ekonomi (ETL). Efektivitas dianalisis berdasarkan insidensi serangan menggunakan rumus menurut Rahardjo & Suhardi, (2008) Efisiensi waktu kerja dihitung menggunakan metode *time study* sebagaimana dijelaskan oleh Putri & Sipil, (2016). Data diuji menggunakan *Independent Sample t-test* untuk mengetahui perbedaan rerata dua kelompok bebas (Nila *et al.*, 2025) dengan nilai signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa *Helopeltis* sp. merupakan hama dominan pada tanaman *Eucalyptus* sp. umur 7,5–12 bulan di lokasi penelitian. Serangan umumnya ditemukan pada pucuk, tangkai daun, dan daun muda. Mekanisme kerusakan terjadi akibat aktivitas penusukan jaringan tanaman menggunakan stilet untuk mengisap cairan sel, disertai sekresi saliva yang bersifat toksik sehingga menimbulkan nekrosis pada jaringan sekitar titik tusukan (Indriati & Soesanthy, 2014).

Gejala awal berupa bercak transparan yang kemudian berubah menjadi cokelat hingga kehitaman dalam waktu relatif singkat. Serangan baru (1–3 hari) umumnya masih menunjukkan jaringan basah, sedangkan serangan lama (7–10 hari) menyebabkan jaringan mengering dan rapuh. Pola ini konsisten dengan dinamika populasi dan perilaku makan *Helopeltis* sp. sebagaimana dilaporkan oleh Rahmah *et al.*, (2023).

Evaluasi kualitas semprotan menggunakan *Water Sensitive Paper* (WSP) menunjukkan perbedaan karakter distribusi *droplet* (tetesan semprot) antara kedua alat. WSP secara umum digunakan untuk mengidentifikasi kepadatan dan sebaran *droplet* pada permukaan daun (Hall *et al.*, 1987). Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa *drone sprayer* menghasilkan *droplet* yang lebih halus dan relatif merata pada berbagai lapisan tajuk, terutama pada bagian atas dan tengah. Sebaliknya, *mist blower* menunjukkan variasi distribusi, khususnya pada bagian tajuk tertentu yang kurang terpapar optimal. Perbedaan ini berkaitan dengan karakter aliran udara, lebar kerja, dan pola semprot masing-masing alat.

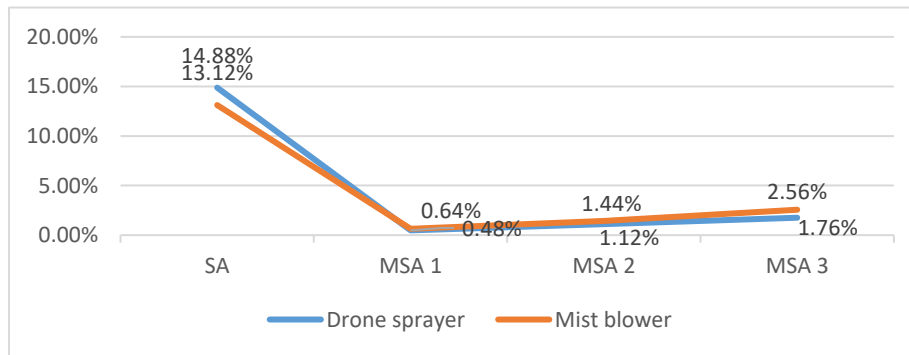
Setelah aplikasi insektisida berbahan aktif lambda sihalotrin (Matador 25 EC) dengan *drone sprayer* dan *mist blower* dapat dilihat hasil rerata insidensi hama *Helopeltis* sp. pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Insidensi Hama *Helopeltis* sp.

Perlakuan	Waktu Pengamatan				Rerata (%)
	SA (%)	MSA 1 (%)	MSA 2 (%)	MSA 3 (%)	
<i>Drone sprayer</i>	14,88	0,48	1,12	1,76	4,56
<i>Mist blower</i>	13,12	0,64	1,44	2,56	4,44
Rerata (%)	14,00	0,56	1,28	2,16	

Keterangan : SA = Sebelum Aplikasi, MSA = Minggu Setelah Aplikasi

Sumber: Data primer 2026



Gambar 1. Grafik Penurunan Insidensi Hama *Helopeltis* sp.

Tabel 1 menunjukkan bahwa insidensi hama *Helopeltis* sp. mengalami penurunan signifikan setelah pengaplikasian insektisida pada kedua metode penyemprotan terhadap tanaman *Eucalyptus* sp. dengan ketinggian 3,2 – 3,4 m (%). Penurunan ini menunjukkan respons cepat terhadap aplikasi insektisida, sejalan dengan temuan bahwa lambda sihalotrin efektif mengendalikan hama meskipun pada dosis relatif rendah (Drawana Pertiwi *et al.*, 2021). Pada kondisi sebelum aplikasi (SA), insidensi tercatat sebesar 14,88% pada *drone sprayer* dan 13,12% pada *mist blower*. Setelah aplikasi, insidensi menurun drastis pada MSA 1 menjadi 0,48% dan 0,64%. Pada MSA 2 dan MSA 3 terjadi peningkatan kembali, namun nilainya masih lebih rendah dibandingkan sebelum aplikasi. Pola tersebut juga terlihat pada Gambar 1. Secara umum, *drone sprayer* menunjukkan insidensi yang sedikit lebih rendah dibandingkan *mist blower*.

Tabel 2. Penurunan Insidensi Hama *Helopeltis* sp.

Perlakuan	Waktu Pengamatan		Rerata (%)
	SA (%)	MSA 3 (%)	
<i>Drone sprayer</i>	15,20	2,40	13,12
	16,00	3,20	
	11,20	0,80	
	8,80	2,40	
	23,20	0,00	
	10,40	4,80	
<i>Mist blower</i>	17,60	3,20	11,68
	9,60	0,80	
	10,40	2,40	
	17,60	1,60	

Keterangan : SA = Sebelum Aplikasi, MSA = Minggu Setelah Aplikasi

Sumber: Data primer 2026

Tabel 2. menunjukkan penurunan insidensi hama *Helopeltis* sp. dari kondisi sebelum aplikasi hingga minggu ketiga setelah aplikasi pada dua metode penyemprotan. Pada perlakuan *drone sprayer*, rerata insidensi menurun dari 14,88% menjadi 1,76% pada MSA 3 dengan rerata penurunan sebesar 13,12%. Sementara itu pada *mist blower*, insidensi menurun dari 13,92% menjadi 2,24% dengan rerata penurunan 11,68%. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua metode aplikasi mampu menekan tingkat serangan hama, namun penurunan yang dihasilkan oleh *drone sprayer* relatif lebih besar dibandingkan *mist blower*.

Hal tersebut mengindikasikan bahwa distribusi semprotan menggunakan drone sprayer berpotensi memberikan efektivitas pengendalian yang lebih baik.

Independent Sample T-test yang disajikan pada Tabel 2. dilakukan untuk mengetahui pengaruh antara *drone sprayer* dan *mist blower* terhadap penurunan insidensi serangan hama *Helopeltis* sp. pada tanaman *Eucalyptus* sp. dilakukan *Independent Sample T-test* yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. *Independent Sample T-test* Rerata Penurunan Insidensi Hama *Helopeltis* sp.

Perlakuan	Rerata	Std. Deviasi	T Hitung	T Tabel	Sig.
<i>Drone sprayer</i>	13,1200	8,9823	1,101	2,010	0,276
<i>Mist blower</i>	10,5600	7,3829			

Sumber: Data primer 2026

Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan nilai signifikansi 0,276 ($>0,05$), yang berarti tidak terdapat perbedaan nyata secara statistik antara kedua perlakuan. Dengan demikian, baik *drone sprayer* maupun *mist blower* memiliki tingkat efektivitas yang relatif setara dalam menekan insidensi serangan *Helopeltis* sp. Nilai rerata efektivitas alat berada di atas 95% untuk kedua perlakuan, yang mengindikasikan bahwa aplikasi insektisida dengan kedua metode mampu menurunkan tingkat serangan secara optimal pada kondisi lapangan penelitian.

Analisis waktu kerja menggunakan pendekatan persamaan waktu kerja (Andremico & Setiawan, 2015) yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persamaan Waktu kerja *Drone Sprayer* dan *Mist Blower* dengan.

Perlakuan	PI (m)	LI (m)	Lk (m)	V (m/dt)	Tb (dt)	WK (jam/ha)
<i>Drone sprayer</i>	100	100	6	4,00	62,73	0,39
<i>Mist blower</i>	100	100	4	1,16	129,33	1,46

Keterangan : PI = Panjang lahan, LI = Lebar lahan, Lk = Lebar kerja, V = Kecepatan unit penyemprot, Tb = Waktu belok, WK = Waktu Kerja

Sumber: Data primer 2026

Tabel 4. menunjukkan perbedaan mencolok antara kedua alat. *Drone sprayer* memiliki waktu kerja sekitar 0,39 jam/ha setara dengan 23,32 menit/ha, sedangkan *mist blower* memerlukan sekitar 1,46 jam/ha setara dengan 87,65 menit/ha. Perbedaan ini dipengaruhi oleh lebar kerja, kecepatan operasional, serta efisiensi lintasan aplikasi. Hasil *time study* juga menunjukkan bahwa dalam kapasitas tangki 10 liter, *drone sprayer* mampu mencakup areal dan jumlah tanaman lebih besar dalam durasi lebih singkat dibandingkan *mist blower*. Temuan ini sejalan dengan kajian Syarif et al., (2024) yang menyatakan bahwa *drone sprayer* cenderung unggul dalam aspek efisiensi waktu dan kapasitas kerja dibandingkan metode penyemprotan konvensional atau semi-mekanis

Time study dilakukan untuk mengetahui perbandingan produktivitas antara *drone sprayer* dan *mist blower* dengan Kapasitas 10 L. Hasil produktivitas *drone sprayer* dan *Mist Blower* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Produktivitas *Drone sprayer* dan *Mist Blower* dengan Kapasitas 10 L

Perlakuan	LA (ha)	t (dt)	Tanaman (btg)	Waktu/tanaman (dt/btg)
<i>Drone sprayer</i>	0,20	95,17	401	0,12
<i>Mist blower</i>	0,10	866,13	200	4,31

Keterangan : LA = Luas Areal, t = waktu

Sumber: Data primer 2026

Berdasarkan Tabel 5. *drone sprayer* menunjukkan perbedaan kapasitas kerja antara *drone sprayer* dan *mist blower* pada penggunaan tangki 10 L. *Drone sprayer* mampu mengaplikasikan semprotan pada luasan 0,20 ha dalam waktu 95,17 detik dengan jumlah 401 tanaman, serta rata-rata durasi aplikasi 0,12 detik per tanaman. Sementara itu, *mist blower* hanya menjangkau 0,10 ha dalam 866,13 detik dengan total 200 tanaman dengan waktu rata-rata 4,31 detik per tanaman..

Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem otomatis dan lebar kerja yang lebih luas pada *drone sprayer* meningkatkan efisiensi waktu aplikasi. Temuan ini sejalan dengan Hassanalian & Abdelkefi, (2017) serta Syarief *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa teknologi UAV mampu meningkatkan produktivitas dibandingkan metode semi-mekanis. Dengan demikian, pada kapasitas tangki yang sama, *drone sprayer* lebih unggul dalam aspek produktivitas kerja dibandingkan *mist blower*.

Perhitungan biaya operasional meliputi kebutuhan insektisida, bahan tambahan, bahan bakar, serta biaya penggunaan alat yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Total Biaya Operasional Pengerjaan Lahan 1 ha

Perlakuan	Matador (Rp)	CBA Stick (Rp)	Oli Stihl (Rp)	Bensin (Rp)	Rate (Rp)	Total (Rp)
<i>Drone sprayer</i>	76.500	2.015	-	15.625	262.150	356.290
<i>Mist blower</i>	34.000	4.029	1.479	18.750	250.600	308.858

Sumber: Data primer 2026

Meskipun *drone sprayer* unggul dalam waktu kerja dan produktivitas, total biaya operasional per hektar lebih tinggi dibandingkan *mist blower*. *Mist blower* memiliki biaya total yang lebih rendah, sehingga lebih ekonomis dalam konteks pengeluaran langsung per satuan luas. Komponen biaya operasional merupakan faktor penting dalam pengambilan keputusan manajerial, karena berkaitan dengan efisiensi penggunaan sumber daya perusahaan (Luayyi *et al.*, 2023).

Secara teknis, *drone sprayer* memiliki keunggulan dalam cakupan luas, kecepatan kerja, serta dukungan sistem navigasi berbasis GPS dan sensor otomatis. Namun, alat ini memerlukan persiapan operasional lebih kompleks serta biaya lebih tinggi. Sedangkan *mist blower* lebih sederhana dalam mobilisasi dan dapat langsung digunakan di lapangan tanpa proses pemetaan terlebih dahulu. Akan tetapi, kapasitas kerja dan kecepatan aplikasinya lebih rendah dibandingkan *drone sprayer*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut :

1. *Drone sprayer* dan *mist blower* memiliki tingkat efektivitas yang relatif sama dalam pengendalian hama *Helopeltis* sp.
2. Dalam aspek efisiensi, *drone sprayer* unggul dari sisi waktu dan produktivitas sedangkan *mist blower* lebih unggul dalam sisi biaya operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Andremico, N., & Setiawan, R. P. A. (2015). *Rancang bangun dan pengujian unit penyemprot pada alat: Penyemprot padi tipe balon. Agriculture and Biosystem Engineering IPB University.*
- Drawana Pertiwi, E., Megasari, Ri., & Taqwaluddin. (2021). *EFEKTIVITAS TEKNIK OLES BUAH KAKAO MENGGUNAKAN INSEKTISIDA TERHADAP PENGENDALIAN HAMA PBK (Conopomorpha cramerella Snellen sp).* 103–110.
- Hall, F., Reichard, D., & Alm, S. (1987). *A system for examination of the pesticide dose transfer*

- process. In *ASTM STP 968: Pesticide Formulations and Application Systems*. G.B. Beestman and D.I.B. Vender Hooven, eds. pp 85-92. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- Hassanalian, M., & Abdelkefi, A. (2017). Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*, 91(May), 99–131. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2017.04.003>
- Indriati, G., & Soesanthy, F. (2014). *HAMA Helopeltis spp. DAN TEKNIK PENGENDALIANNYA PADA PERTANAMAN TEH (Camellia sinensis)*.
- Leksono, B. (2010). EFISIENSI SELEKSI AWAL PADA KEBUN BENIH SEMAI Eucalyptus pellita Efficiency of Early Selection in Seedling Seed Orchards of Eucalyptus pellita. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.20886/jpht.2010.7.1.1-13>
- Luayyi, S., Fitri, N. S., & Awalina, P. (2023). Pengaruh Pendapatan Produk Sampingan, Biaya Kualitas Dan Biaya Operasional Terhadap Profitabilitas Perusahaan. *Jurnal Ilmiah Cendekia Akuntansi*, 8(2), 36. <https://doi.org/10.32503/cendekiaakuntansi.v8i2.3209>
- Maryani, Y., & Daniati, C. (2019). *Hama dan Penyakit Tanaman Kakao*.
- Mindawati, N., Indrawan, A., Mansur, I., & Rusdiana, O. (2010). KAJIAN PERTUMBUHAN TEGAKAN HYBRID Eucalyptus urograndis DI SUMATERA UTARA Growth of Eucalyptus urograndis Hybrid in North Sumatera. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(1), 39–50. <https://doi.org/10.20886/jpht.2010.7.1.39-50>
- Nila, I., Maytha, A. D. K., Indah, M., Fiska, N., Rossealia, P., & Ismi Septyana, S. (2025). ANALISIS STATISTIK UJI T SAMPEL INDEPENDEN UNTUK PERBANDINGAN DUA KELOMPOK BEBAS. *Jurnal Pengembangan Pendidikan*, 9(6), 9–15.
- Peraturan Pemerintah, I. (1990). *Peraturan Hti 7 1990*.
- Pramuhadi, G., & Sidik, A. J. (2020). Mist blower performance for liquid fertilizing on eggplant vertical culture cultivation system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 542(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/542/1/012038>
- Putri, Y. E., & Sipil, J. T. (2016). *Time Study Pada Proyek Pembangunan Gedung Study Method on Its Industrial Engineering*.
- Rahardjo, I. B., & Suhardi. (2008). Incidence and Intensity of White Rust Disease on Several Chrysanthemum Clones. *Jurnal Hortikultura*, 18(3), 312–318.
- Rahmah, N. N., Sartiami, D., & Kusumah, R. Y. M. (2023). Diversity and Population Dynamics of Pest in Sambawa Tea Plantation, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1208(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1208/1/012025>
- Syarief, M., Rahmawati, D., Mujiono, & Fitryah, L. D. (2024). Efektivitas dan Efisiensi Drone Sprayer untuk Pengendalian Gulma pada Tanaman Padi (Oryza sativa L). *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 8(1), 52–60. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v8i1.523>