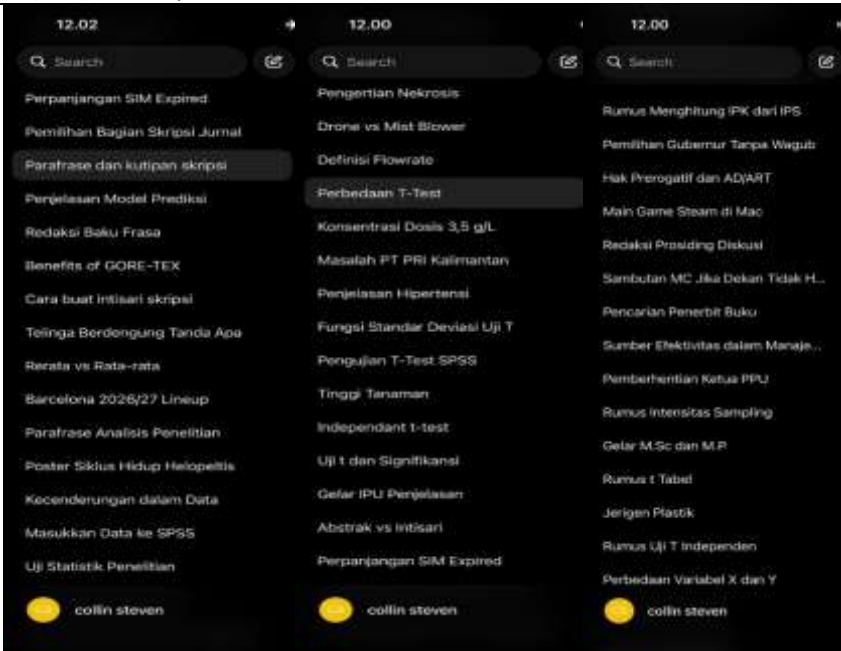


PEMAKAIAN AI		
Tools	:	Chatgpt
Prompt	:	1) Uji Statistik Penelitian 2) Masukkan data ke SPSS 3) Kecenderungan dalam Data 4) Poster siklus Helopeltis 5) Parafrase Analisis Penelitian 6) Rerata vs rata-rata 7) Cara buat intisari skripsi 8) Redaksi baku frasa 9) Parafrase dan kutipan skripsi 10) Abstrak vs Intisari 11) Perbedaan factor dan aras 12) Uji T dan Signifikasi 13) Independent T test 14) Pengujian T-test SPSS 15) Fungsi Standar Deviasi Uji T 16) Defenisi flow rate 17) Drone vs mist blower 18) Pengertian Nekrosis 19) Rumus T Tabel 20) Rumus Intensitas Sampling 21) Sumber efektivitas dalam manajemen 22) Pencarian penerbit buku
Capture Prompt	:	

**EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI
DRONE SPRAYER DAN MIST BLOWER
PADA PENGENDALIAN HAMA *Helopeltis* sp.
DI HUTAN TANAMAN INDUSTRI *Eucalyptus* sp.
PT TOBA PULP LESTARI, Tbk**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH

COLLIN STEVEN ANGGADA

22/23901/SHTI

**FAKULTAS KEHUTANAN
INSTITUT PERTANIAN STIPER
YOGYAKARTA
2026**

**EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI
DRONE SPRAYER DAN MIST BLOWER
PADA PENGENDALIAN HAMA *Helopeltis* sp.
DI HUTAN TANAMAN INDUSTRI *Eucalyptus* sp.
PT TOBA PULP LESTARI, Tbk**

Disusun oleh :

COLLIN STEVEN ANGGADA

22/23901/SHTI

Telah Dipertanggungjawabkan di Depan Dosen Penguji Program Studi
Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta pada
tanggal 10 Maret 2026



Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Agus Prijono, M.P.

Ir. Sugeng Wahyudiono, M.P.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kehutanan



Dr. Ir. Rawana, M.P.

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 10 Maret 2026

Yang menyatakan,



Collin Steven Anggada

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yaitu skripsi yang berjudul “Efektivitas dan Efisiensi *Drone Sprayer* dan *Mist Blower* pada Pengendalian Hama *Helopeltis* sp. di Hutan Tanaman Industri *Eucalyptus* sp. PT Toba Pulp Lestari, Tbk”. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Kehutanan di Fakultas Kehutanan INSTIPER Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasihat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Dr. Ir. Harsawardana, M.Eng., selaku Rektor INSTIPER Yogyakarta.
2. Dr. Ir. Rawana, M.P., selaku Dekan Fakultas Kehutanan INSTIPER Yogyakarta.
3. Didik Surya Hadi, S.Hut, M.P., selaku Ketua Jurusan Kehutanan INSTIPER Yogyakarta.
4. Ir. Agus Prijono, M.P., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu dan membimbing penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Sugeng Wahyudiono, M.P., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan membimbing penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Manajemen PT Toba Pulp Lestari, Tbk terkhususnya Departemen *Best Practice, Pest and Disease estate* Aek Raja dan Departemen *Learning &*

7. *Development* yang telah memberikan wawasan, bantuan, serta memfasilitasi penulis dalam melaksanakan kegiatan penelitian.
8. Orang tua dan seluruh keluarga penulis yang telah memotivasi, mendukung, menasihati, dan mendoakan penulis.
9. Rekan-rekan APRIL Scholarship INSTIPER Batch 12 yang telah bekerjasama selama kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi.
10. Seluruh pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebut satu per satu.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Yogyakarta, 10 Maret 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Hutan Tanaman Industri (HTI).....	4
B. Pengendalian Hama.....	5
C. <i>Eucalyptus</i> sp.	6
D. <i>Helopeltis</i> sp.	7
E. Efektivitas	8
F. Efisiensi.....	9
G. <i>Drone Sprayer</i>	9
H. <i>Mist Blower</i>	10

I. Hipotesis.....	11
III. METODE PENELITIAN.....	12
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
B. Alat dan Bahan.....	12
C. Rancangan Penelitian.....	13
D. Pelaksanaan Penelitian.....	14
E. Parameter Penelitian.....	18
F. Analisis data.....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
A. Gambaran Gejala Serangan <i>Helopeltis</i> sp.	22
B. Hasil Semprotan <i>Drone Sprayer</i> dan <i>Mist Blower</i>	24
C. Data Efektivitas <i>Drone Sprayer</i> dan <i>Mist Blower</i>	25
D. Data Efisiensi <i>Drone Sprayer</i> dan <i>Mist Blower</i>	29
E. Keunggulan dan Kekurangan <i>Drone Sprayer</i> dan <i>Mist Blower</i>	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
A. Kesimpulan	33
B. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

No. Tabel	Judul Tabel	Hlm
Tabel 1.	Petunjuk Penggunaan Alat	6
Tabel 2.	Data Kompartemen Penelitian	12
Tabel 3.	<i>Economic Threshold Level</i> (ETL).....	18
Tabel 4.	Kondisi <i>Water Sensitive Paper</i> (WSP)	25
Tabel 5.	Rerata Insidensi Hama <i>Helopeltis</i> sp.	26
Tabel 6.	Penurunan Insidensi Hama <i>Helopeltis</i> sp.	27
Tabel 7.	<i>Independent Sample T-test</i> Penurunan Insidensi Serangan Ham <i>Helopeltis</i> sp.	28
Tabel 8.	Rerata Efektivitas Alat terhadap Pengendalian Hama <i>Helopeltis</i> sp.	29
Tabel 9.	Persamaan Waktu Kerja <i>Drone Sprayer</i> dan <i>Mist blower</i>	30
Tabel 10.	Produktivitas <i>Drone sprayer</i> dan <i>Mist blower</i>	30
Tabel 11.	Kebutuhan Material Pengerjaan Lahan 1 Ha	31
Tabel 12.	Total Biaya Operasional Pengerjaan Lahan 1 Ha	32

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul Gambar	Hlm
Gambar 1.	Hutan Tanaman Industri <i>Estate</i> Aek Raja	5
Gambar 2.	<i>Eucalyptus</i> sp. pada Umur 3 Bulan	7
Gambar 3.	<i>Helopeltis</i> sp.....	8
Gambar 4.	Siklus Hidup <i>Helopeltis</i> sp.....	8
Gambar 5.	<i>Drone Sprayer</i> DJI T25.....	10
Gambar 6.	<i>Mist Blower</i> STIHL	11
Gambar 7.	Layout Plot Penelitian dengan Jarak Tanam 2,5 x 2 m.....	14
Gambar 8.	Layout Pembuatan Plot dalam Kompartemen	14
Gambar 9.	Penuangan Larutan ke Tangki <i>Mist Blower</i>	15
Gambar 10.	Penuangan Larutan ke Tangki <i>Drone Sprayer</i>	15
Gambar 11.	Rute Pengaplikasian <i>Drone Sprayer</i>	15
Gambar 12.	Peta Kompartemen setelah Pengaplikasian <i>Drone Sprayer</i>	16
Gambar 13.	Anemometer	16
Gambar 14.	GPS <i>Tracker</i>	17
Gambar 15.	Peta Kompartemen setelah Pengaplikasian <i>Mist Blower</i>	17
Gambar 16.	<i>Eucalyptus</i> sp. umur 12,5 bulan	22
Gambar 17.	Matador 25 EC	23
Gambar 18.	<i>Helopeltis</i> sp.....	23
Gambar 19.	Gejala Serangan Baru <i>Helopeltis</i> sp. (nimfa).....	24
Gambar 20.	Gejala Serangan Baru <i>Helopeltis</i> sp. (imago)	24

Gambar 21. Gejala Serangan Lama <i>Helopeltis</i> sp.	25
Gambar 22. Grafik Insidensi Hama <i>Helopeltis</i> sp.	25
Gambar 23. Grafik Hasil Produktivitas pada Kapasitas Tangki 10 L.....	31
Gambar 24. Grafik Total Operasional Biaya Pengerjaan 1 Ha.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran	Hlm
Lampiran 1.	Data Insidensi Serangan Hama <i>Helopeltis</i> sp. Sebelum Aplikasi	38
Lampiran 2.	Data Insidensi Serangan Hama <i>Helopeltis</i> sp. pada MSA 1	39
Lampiran 3.	Data Insidensi Serangan Hama <i>Helopeltis</i> sp. pada MSA 2	40
Lampiran 4.	Data Insidensi Serangan Hama <i>Helopeltis</i> sp. pada MSA 3	41
Lampiran 5.	Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Kompartemen Sebelum Aplikasi	42
Lampiran 6.	Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Kompartemen pada MSA 1	43
Lampiran 7.	Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Kompartemen pada MSA 2	44
Lampiran 8.	Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Kompartemen pada MSA 3	45
Lampiran 9.	Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Plot Sebelum Aplikasi	46
Lampiran 10.	Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Plot pada MSA 1	47
Lampiran 11.	Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Plot pada MSA 2	48
Lampiran 12.	Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Plot pada MSA 3	49
Lampiran 13.	Data Efektivitas Alat	50
Lampiran 14.	Data Hasil <i>Time Study</i>	51
Lampiran 15.	Data Waktu Belok	52
Lampiran 16.	Data Harga Biaya Material	53
Lampiran 17.	Alat Pelindung Diri (APD)	54
Lampiran 18.	Pengaplikasian pada Saat Pengendalian Hama	55

**EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI
DRONE SPRAYER DAN MIST BLOWER
PADA PENGENDALIAN HAMA *Helopeltis* sp.
DI HUTAN TANAMAN INDUSTRI *Eucalyptus* sp.
PT TOBA PULP LESTARI, Tbk.**

INTISARI

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.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT Toba Pulp Lestari, Tbk merupakan perusahaan yang beroperasi pada skala internasional di bidang industri pulp dan kertas di Indonesia. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1983 dan mengoperasikan fasilitas pabrik yang berlokasi di Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara. TPL menghasilkan pulp dengan kualitas tinggi yang dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk kertas, seperti kertas kraft dan karton. Pulp tersebut diproduksi dari bahan baku kayu dan telah memenuhi standar internasional terkait tingkat kekuatan, kehalusan, serta kemurnian.. Untuk memenuhi kebutuhan kayu tersebut, TPL melakukan budidaya tanaman di Hutan Tanaman Industri dengan fokus pada jenis *Eucalyptus* sp.

Saat ini, pengendalian hama pada PT Toba Pulp Lestari, Tbk hanya menggunakan tiga alat yaitu *mist blower*, *fogger*, dan *drone sprayer*. Penggunaan tiap alat ditentukan oleh tinggi tanaman, volume semprot, waktu aplikasi, dan kecepatan angin. Diantara ketiga alat, *mistblower* dan *drone sprayer* menyemprotkan pestisida dalam bentuk tetesan semprot (*droplet*) sedangkan *fogger* dalam bentuk asap.

Knapsack sprayer lebih efektif dibandingkan penggunaan *drone sprayer* dan *fogger* karena aplikasinya langsung mengenai tanaman *Eucalyptus* sp. Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi efisiensi penggunaan alat dalam pengendalian hama *Helopeltis* sp.(Tjoeng, 2021).

Teknologi modern, seperti penggunaan *drone sprayer* dan *mist blower*, telah muncul sebagai solusi inovatif dalam pengendalian hama. *Drone sprayer* dapat melakukan penyemprotan pestisida secara presisi dan efisien, sementara *mist blower* menawarkan kemampuan untuk menjangkau area yang sulit dijangkau (Kumar & Singh, 2021).

Meskipun kedua metode ini memiliki keunggulan masing-masing, perbandingan efektivitas dan efisiensi antara penggunaan *drone sprayer* dan *mist blower* dalam pengendalian hama *Helopeltis sp.* masih perlu diteliti lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai metode mana yang lebih efektif dan efisien untuk PT Toba Pulp Lestari, Tbk.

Efisiensi dan efektivitas bertujuan untuk mengoptimalkan pengelolaan sumber daya, mulai dari tahap pengumpulan hingga penggunaannya secara tepat, efisien, dan bertanggung jawab. (Wahyuni, 2002).

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan efektivitas antara penggunaan *drone sprayer* dan *mist blower* dalam pengendalian hama *Helopeltis sp.*?
2. Bagaimana perbandingan efisiensi antara penggunaan *drone sprayer* dan *mist blower* dalam pengendalian hama *Helopeltis sp.*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbandingan efektivitas pengendalian hama *Helopeltis* sp. dengan menggunakan *drone sprayer* dan *mist blower*.
2. Mengetahui perbandingan efisiensi pengendalian hama *Helopeltis* sp. dengan menggunakan *drone sprayer* dan *mist blower*.

D. Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan memperoleh hasil yang dapat memberikan informasi mengenai efektivitas dan efisiensi pengendalian hama *Helopeltis* sp. antara penggunaan *drone sprayer* dan *mist blower*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hutan Tanaman Industri (HTI)

Hutan Tanaman Industri (HTI) tidak semata-mata dikembangkan untuk mendukung penyediaan bahan baku hasil hutan, tetapi juga diarahkan untuk mendukung upaya pelestarian lingkungan. Pengembangan HTI dilakukan pada kawasan hutan yang tidak memiliki tutupan vegetasi atau mengalami degradasi, sehingga perlu direhabilitasi agar tetap berfungsi sebagai kawasan hutan permanen sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1967. Kawasan yang menjadi sasaran pembangunan HTI umumnya berada dalam wilayah hutan produksi dan dikelola dengan prinsip pemanfaatan sumber daya secara optimal. Dalam pelaksanaannya, pengelolaan HTI mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan dan sumber daya alam, serta menerapkan pendekatan ekonomi guna memperoleh manfaat yang optimal (Peraturan Pemerintah, 1990).

Menurut Fermana *et al.*, (2019) Hutan Tanaman Industri (HTI) merupakan kawasan hutan produksi yang dibudidayakan dengan pola penanaman satu jenis tanaman (monokultur). Di Provinsi Riau, komoditas yang paling banyak dikembangkan adalah ekaliptus. Tanaman ini umumnya memerlukan waktu kurang lebih lima tahun hingga mencapai umur tebang dan layak dipanen sebagai bahan baku industri. Tata kelola HTI tidak jauh berbeda dengan pengelolaan hutan tanaman pada umumnya. Prosesnya diawali dari tahap penyediaan dan persiapan benih, dilanjutkan dengan kegiatan penanaman serta

pemeliharaan, hingga akhirnya memasuki tahap pemanenan kayu sesuai dengan daur tanam yang telah ditetapkan.



Gambar 1. Hutan Tanaman Industri *Estate* Aek Raja

B. Pengendalian Hama

Dalam praktik budidaya tanaman, pengendalian hama secara manual menggunakan tenaga kerja manusia dinilai kurang efisien dari segi waktu dan penggunaan sumber daya. Proses penyemprotan dengan metode konvensional memerlukan durasi kerja yang relatif lebih lama serta jumlah tenaga kerja yang lebih banyak untuk menjangkau seluruh area pertanaman. Selain aspek efisiensi, metode ini juga menimbulkan risiko terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja (Palit *et al.*, 2016).

Inovasi teknologi di sektor pertanian, khususnya dalam metode aplikasi pestisida, terus mengalami kemajuan yang signifikan. Berbagai perangkat modern telah dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penyemprotan, antara lain penggunaan *mist blower*, *fogger*, serta *drone sprayer* sebagai alat aplikasi pestisida. Adapun petunjuk umum penggunaan alat menurut SOP PT Toba Pulp Lestari, Tbk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Petunjuk Penggunaan Alat

Alat	Tinggi Tanaman (m)	Volume Semprot (L/ha)	Kecepatan Angin (m/s)
<i>Mist Blower</i>	1 - 3	100	< 4
<i>Fogger</i>	> 3	3 – 3,8	< 1,5
<i>Drone Sprayer</i>	Semua Tinggi	50	< 4

C. *Eucalyptus* sp.

Tanaman yang dibudidayakan oleh PT Toba Pulp Lestari merupakan *hybrid* dari *E. pellita*, *E. urophylla*, dan *E. grandis*. *Eucalyptus* sp. merupakan kelompok tanaman yang memiliki laju pertumbuhan relatif cepat. Karakteristik tersebut menjadikan jenis ini sebagai sumber bahan baku utama industri pulp, dengan pola rotasi penebangan yang umumnya dilakukan dalam rentang waktu 7–8 tahun (Mindawati *et al.*, 2010). *Eucalyptus* memiliki karakteristik pertumbuhan cepat dan menawarkan potensi besar dalam mendukung pengembangan industri pulp dan kertas (Leksono, 2010). Klasifikasi tanaman *Eucalyptus* sp. sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Divisi : Angiospermae
 Ordo : Myrtales
 Famili : Myrtaceae
 Genus : *Eucalyptus*
 Spesies : sp.



Gambar 2. *Eucalyptus* sp. umur 3 bulan

D. *Helopeltis* sp.

Helopeltis sp. mengakibatkan perubahan bentuk pada pucuk tanaman, yang berdampak pada terganggunya proses pertumbuhan serta berkurangnya produksi daun muda. Dampak serangan pada daun ditandai dengan bercak transparan yang secara bertahap berubah menjadi cokelat, lalu berkembang menjadi nekrosis dengan gejala daun yang menguning, mengerut, hingga akhirnya mengering (Rahmah *et al.*, 2023).

Siklus hidup *Helopeltis* sp. terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu telur, nimfa, dan imago, dengan total durasi mencapai sekitar 75 hari. Tahap telur berlangsung selama 6 - 7 hari, fase nimfa berkisar antara 10 – 11 hari, sedangkan imago dapat bertahan hidup hingga kurang lebih 57 hari (Maryani & Daniati, 2019).

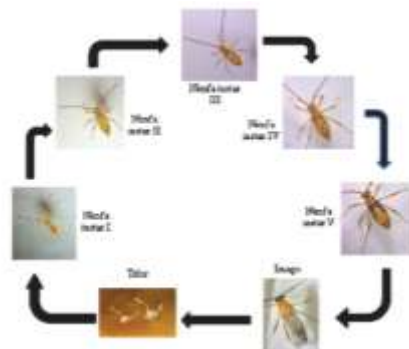
Nimfa berwarna cokelat jingga, tidak bersayap, serta memiliki antena panjang. Individu dewasa memiliki kepala hitam, pronotum cokelat kemerahan, jarum di atas pronotum dengan ujung berbentuk segitiga, abdomen bergaris hitam dan putih, serta sayap transparan kehitaman. Kaki serangga ini berwarna cokelat kehitaman dengan bintik putih di pangkal femur, sedangkan ujung femur berwarna hitam. Pada bagian femur, terdapat pita putih pucat, sementara

bagian lainnya berwarna coklat muda hingga coklat tua. Klasifikasi hama *Helopeltis* sp. sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Hemiptera
 Genus : *Helopeltis*
 Spesies : sp.



Gambar 3. *Helopeltis* sp.



Gambar 4. Siklus Hidup *Helopeltis* sp.

E. Efektivitas

Efektivitas berkaitan dengan kemampuan dalam menentukan tujuan yang tepat serta memilih sarana atau metode yang sesuai untuk mencapai tujuan tersebut. Oleh karena itu, tingkat keberhasilan dalam mencapai tujuan sering

dijadikan sebagai indikator utama dalam menilai efektivitas suatu organisasi (Handoko, 1995).

Efektivitas kerja menunjukkan kemampuan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Dengan demikian, keberhasilan pelaksanaan suatu tugas dapat dinilai dari ketepatan waktu penyelesaiannya, cara pekerjaan tersebut dilaksanakan, serta besarnya biaya yang digunakan dalam proses pelaksanaan tugas tersebut (Siagian, 2014).

Menurut Mardiasmo, (2018) pada buku Akuntansi Sektor Publik Edisi Terbaru, Efektivitas merupakan tingkat pencapaian hasil program dengan target yang ditetapkan. Secara sederhana efektivitas merupakan perbandingan *outcome* dengan *output*. *Outcome* adalah dampak yang ditimbulkan dari suatu aktivitas tertentu. Sedangkan *output* merupakan hasil yang dicapai dari suatu program, aktivitas, dan kebijakan.

F. Efisiensi

Metode *time study* merupakan teknik untuk mengukur produktivitas tenaga kerja di lapangan dengan menentukan waktu standar suatu pekerjaan. Waktu standar ini diperoleh melalui pengamatan, di mana nilai waktu dasar diukur, kemudian diolah menjadi waktu standar yang digunakan untuk menghitung produktivitas (Putri & Sipil, 2016).

Biaya operasional merupakan pengeluaran-pengeluaran perusahaan yang tidak secara langsung terhubung dengan proses produksi, tetapi tetap berkaitan dengan keberlangsungan operasional perusahaan. (Luayyi *et al.*, 2023).

G. Drone Sprayer

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau yang lebih dikenal sebagai *drone*, adalah sebuah teknologi penerbangan yang dapat beroperasi secara mandiri maupun dikendalikan secara jarak jauh tanpa memerlukan keberadaan pilot manusia di dalamnya (Hassanalian & Abdelkefi, 2017).

Teknologi *drone sprayer*, yang merupakan bagian dari sarana udara tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle/UAV*), telah dimanfaatkan oleh petani sejak era 4.0 untuk penyemprotan pestisida. Teknologi ini dinilai efektif dan efisien dalam mengendalikan hama.

Drone sprayer menawarkan keunggulan berupa pengoperasian jarak jauh yang memungkinkan penghematan waktu dan tenaga kerja. Secara umum, terdapat dua jenis *drone sprayer*, yaitu yang dikendalikan secara manual oleh pilot menggunakan *radio control*, dan yang beroperasi otomatis berdasarkan program yang telah diprogram sebelum penerbangan (Syarief *et al.*, 2024).



Gambar 5. *Drone Sprayer* DJI T25

H. Mist Blower

Mist blower merupakan alat penyemprot yang mampu menyemprotkan cairan dalam bentuk tetesan dengan tekanan udara tinggi yang konstan serta

jangkauan semprotan yang luas. Alat ini memiliki karakteristik kinerja tersendiri, seperti kemampuan menghasilkan ukuran tetesan cairan diameter tetesan), kepadatan tetesan, lebar semprotan, dan debit semprotan (Pramuhadi & Sidik, 2020).

Mist Blower bekerja dengan prinsip pengabutan cairan menggunakan aliran udara bertekanan tinggi dari *blower*. Pestisida diubah menjadi butiran halus sehingga dapat tersebar merata pada permukaan tanaman dengan volume cairan yang lebih sedikit. Sistem ini meningkatkan efisiensi kerja dan membantu pengendalian organisme pengganggu tanaman. Selain praktis digunakan dan



memiliki daya jangkau yang baik hingga area tertutup gulma, alat ini juga memiliki kelemahan seperti harga yang relatif mahal dan bobot yang lebih berat dibandingkan alat semprot konvensional (Endah, 2005).

Gambar 6. *Mist Blower* STIHL

I. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah pengendalian hama *Helopeltis* sp. menggunakan *mist blower* lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan menggunakan *drone sprayer*.

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di *Estate Aek Raja*, PT Toba Pulp Lestari, Tbk pada 700 mdpl – 1700 mdpl dengan koordinat 98°42'00" hingga 98°58'00" Bujur Timur dan 01°54'00" hingga 02°15'00" Lintang Utara yang berlangsung dari 1 Juli – 30 September 2025. Data kompartemen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kompartemen Penelitian

Perlakuan	<i>Compt.</i>	Luas (ha)	Rerata Tinggi Tanaman (cm)	Umur (bulan)	Jarak Tanam (m)
<i>Drone Sprayer</i>	ZF108	7	328	11,5	2,5 x 2
	H129	12,5	329	9,5	2,5 x 2
	F029	22	330	9,5	2,5 x 2
	ZF039	1,5	336	12,5	2,5 x 2
	ZF206	1,3	336	12,5	2,5 x 2
<i>Mist Blower</i>	ZF224	1	340	11,5	2,5 x 2
	ZF360	1,9	326	7,5	2,5 x 2
	H459	0,7	327	10,5	2,5 x 2
	ZF767	3,1	325	9,5	2,5 x 2
	G063	6,7	332	10,5	2,5 x 2

B. Alat dan Bahan

1. Alat :
 - a. *Drone sprayer* DJI T25
 - b. *Mist blower* STIHL
 - c. Kamera
 - d. *Stopwatch*
 - e. *GPS Tracker*
 - f. *Binocular*
 - g. *Anemometer*

- h. *Water Sensitive Paper* (WSP)
 - i. Paralon
 - j. Pita plot
 - k. Spidol
 - l. Staples
 - m. Patok
 - n. APD (alat pelindung diri)
2. Bahan :
- a. *Eucalyptus* sp. umur 7,5 – 12,5 bulan dengan tinggi 326 – 340 cm
 - b. *Helopeltis* sp.
 - c. Matador 25 EC
 - d. CBA Stick
 - e. Air
 - f. Oli Stihl
 - g. Bensin

C. Rancangan Penelitian

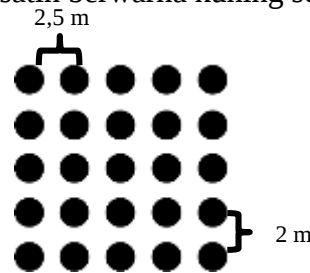
Untuk perbandingan efektivitas, menggunakan 2 parameter yaitu insidensi dan efektivitas alat. Untuk perbandingan efektivitas menggunakan uji T independen antara rerata penurunan insidensi antara perlakuan *drone sprayer* dan *mist blower*. Setiap perlakuan masing - masing dilakukan sebanyak 5 ulangan (kompartemen) dimana masing-masing ulangan (kompartemen) terdapat 5 plot berjumlah 125 tanaman.

Untuk perbandingan efisiensi, menggunakan 3 parameter yaitu persamaan waktu kerja, produktivitas alat, biaya operasional (biaya material dan biaya pengerjaan).

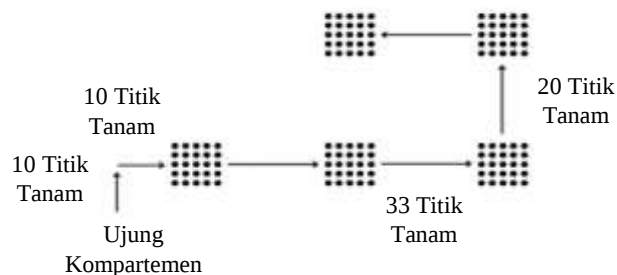
D. Pelaksanaan Penelitian

1. Pembuatan Plot Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan sebanyak 5 ulangan (kompartemen) untuk satu alat. Masing- masing ulangan diisi dengan 5 plot pengamatan dapat dilihat pada Gambar 13. yang berisi 25 titik tanam dengan jarak tanam 2,5 x 2 m yang disajikan pada Gambar 12. Untuk 5 ulangan (kompartemen) menggunakan 625 tanaman dan jarak antar plot adalah 20 tanaman Masing-masing plot diberi pita satin berwarna kuning sebagai penanda.



Gambar 7. Layout Plot Penelitian dengan Jarak Tanam 2,5 x 2 m



Gambar 8. Layout Cara Pembuatan Plot dalam kompartemen

2. Pembuatan Larutan

Insektisida matador diambil dari *store estate* Aek Raja sesuai dengan dosis yang sudah ditentukan. Pencampuran dilakukan di areal kompartemen dengan melarutkan insektisida dan air didalam jerigen yang kemudian dituangkan ke tangki alat. Konsentrasi larutan yang diterapkan pada kegiatan penyemprotan berbeda sesuai dengan jenis alat yang digunakan. Pada aplikasi menggunakan drone sprayer, larutan disiapkan dengan konsentrasi 9 ml bahan per liter air dengan volume semprot sebesar 50 L/Ha. Sementara itu, penyemprotan menggunakan mist blower dilakukan dengan konsentrasi 2 ml per liter air dan volume aplikasi 100 L/Ha. Penggunaan konsentrasi serta volume penyemprotan tersebut mengikuti standar operasional yang telah ditetapkan oleh perusahaan.



Gambar 9. Penuangan Larutan ke Tangki *Mist Blower*



Gambar 10. Penuangan Larutan ke Tangki *Drone Sprayer*

3. Operasional

a. *Drone sprayer*

- 1) Tim *drone* melakukan verifikasi lapangan dan membuat peta kerja drone.
- 2) Setelah rute drone sudah ditentukan dilanjutkan pengaplikasian.



Gambar 11. Rute Pengaplikasian *Drone Sprayer*

- 3) Setelah selesai bukti pengaplikasian akan terinput ke system.



Gambar 12. Peta Kompartemen Setelah Pengaplikasian *Drone Sprayer*

b. *Mist Blower*

- 1) Memeriksa arah angin dengan anemometer.



Gambar 13. Anemometer

- 2) Membawa GPS *Tracker*. untuk merekam rute aplikator



Gambar 14. GPS *Tracker*



Gambar 15. Peta Kompartemen Setelah Pengaplikasian *Mist Blower*

- 3) Pengaplikasian searah mata angin.
- 4) Penyemprotan hanya dilakukan di sebelah kanan atau kiri operator sesuai dengan arah angin.
- 5) Tabung blower digerakkan ke atas dan ke bawah sesuai dengan tinggi tanaman yang akan disemprot.
- 6) Aplikasi penyemprotan 2 titik tanam atau 2 jalur.

4. Efektivitas

- a. Melakukan monitoring pada *Estate* Aek Raja dan mencari 10 kompartemen dengan klon IND 98, tinggi diantara 3,26 – 3,40 m, dan umur 7,5 – 12,5 bulan yang memiliki persentase serangan *Helopeltis* sp. diatas *Economic Threshold Level* (ETL). Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Economic Threshold Level (ETL)*

<i>Economic Threshold Level (ETL)</i>	
Umur (Bulan)	Serangan (%)
0 – 3	3,2
4 – 5	4,8
6 – 8	6,4
9 - 12	8
13 - 18	12
≥ 19	15

- b. Membuat 5 plot pada setiap kompartemen dimana 1 plot berjumlah 25 tanaman. Jumlah sampel tiap kompartemen adalah 125 tanaman.
 - c. Mengawasi kegiatan pengendalian hama yang dilakukan 1 hari setelah monitoring dengan *drone sprayer* dan *mist blower*.
 - d. Melakukan pengamatan dari sehari sebelum pengendalian hama daro minggu 1 hingga minggu 3 setelah pengendalian hama.
5. Efisiensi
- a. Persamaan Waktu Kerja

Melakukan pengamatan terhadap spesifikasi masing-masing alat seperti kecepatan, lebar semprotan, dan waktu belok.
 - b. Produktivitas Alat

Melakukan *time study* pada saat pengaplikasian masing-masing alat seperti waktu, luas areal, total tanaman yang tersemprot, waktu per tanaman, spesifikasi alat (*flowrate*, kecepatan alat, ketinggian maksimal, lebar kerja, kecepatan angin).
 - c. Biaya Operasional

Mencari jumlah material yang diperlukan beserta harganya per ml, volume semprot, biaya pengerjaan, dan jumlah tenaga kerja.

E. Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Efektivitas

a. Insidensi (Tingkat Kejadian)

Menurut Rahardjo & Suhardi, (2008) pengukuran insidensi memiliki rumus :

$$IS = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

IS = Insidensi hama (%)

n = Jumlah tanaman yang terserang hama

N = Jumlah total tanaman yang diamati

b. Efektivitas Alat

Menurut Standar Operasional Perusahaan PT. Toba Pulp Lestari,

Tbk memiliki rumus :

$$HI = \frac{IS (SA)}{IS (MSA 1)} \times 100\%$$

Keterangan :

HI = Hasil Insidensi (%)

IS = Insidensi (%)

SA = Sebelum Aplikasi

MSA= Minggu Setelah Aplikasi

$$EA = 100\% - HI$$

Keterangan :

EA = Efektivitas Alat (%)

2. Efisiensi

a. Persamaan Waktu Kerja (WK)

Menurut Andremico & Setiawan, (2015) efisiensi waktu yang dibutuhkan alat semprot menggunakan persamaan Waktu Kerja (WK) yaitu :

$$WK = \left(\frac{ll}{lk} \times \frac{pl}{v} \right) + \left(\left(\frac{ll}{lk} \right) - 1 \right) \times tb$$

Keterangan :

WK= Waktu Kerja (jam/ha)

ll = Lebar lahan (m)

lk = Lebar kerja alat (m)

pl = Panjang lahan (m)

v = Kecepatan unit penyemprot (m/dt)

tb = waktu belok (dt)

b. Biaya Operasional

Menurut Standar Operasional Perusahaan PT. Toba Pulp Lestari,

Tbk memiliki rumus :

$$\text{Biaya Total Material} = (VS \times n) \times \text{harga material/ml}$$

Keterangan :

VS = Volume Semprot (L/ha)

n = Jumlah material yg dibutuhkan (ml)

$$\text{Biaya operasional} = \text{Biaya Total Material} + R$$

Keterangan :

R = Rate harga alat/ha (Rp)

F. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan *Independant Sample T-Test* untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara metode penyemprotan *drone sprayer* dan *mist blower* dalam pengendalian *Helopeltis* sp.

Menurut Nila *et al.*, (2025) *Independant Sample T-Test* merupakan metode statistic inferensial yang umum digunakan untuk membandingkan nilai rata –

rata dari dua kelompok yang bersifat bebas atau tidak memiliki keterkaitan satu sama lain. Dalam penerapannya, uji t independan mensyaratkan terpenuhinya beberapa asumsi dasar agar hasil analisis dapat dinyatakan valid, yaitu rata – rata kedua populasi sama ($\mu_1 = \mu_2$) data antar kelompok harus bersifat independen, normalitas distribusi data dalam setiap kelompok, serta memiliki varians yang relatif sama (homogen).

Pengujian ini dilakukan menggunakan aplikasi SPSS dengan metode *Independant Sample T-Test*. Interpretasi hasilnya bergantung pada nilai signifikansi (sig.) dari uji dua-tailed; jika nilai sig. kurang dari 0,05, maka perbedaan antara kedua variabel dianggap signifikan. Sebaliknya, apabila nilai sig. lebih dari 0,05, maka perbedaan antara kedua variabel dianggap tidak signifikan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari penelitian ini ada 2 yaitu efektivitas dan efisiensi *drone sprayer* dan *mist blower* terhadap pengendalian hama *Helopeltis* sp. pada tanaman *Eucalyptus* sp. dengan umur 7,5 – 12 bulan dan tinggi 3,2 – 3,5 m. Untuk efektivitas adalah rerata penurunan insidensi dan rerata efektivitas alat. Sedangkan untuk efisiensi adalah persamaan waktu kerja, produktivitas alat, dan biaya operasional.



Gambar 16. *Eucalyptus* sp. umur 12,5 bulan

Insektisida yang digunakan pada penelitian ini adalah Matador 25 EC dengan bahan aktif *lambda sihalotrin* seperti Gambar 17. Menurut Drawana Pertiwi *et al.*, (2021) *lambda sihalotrin* dikenal efektif dalam mengendalikan serangan hama meskipun digunakan pada dosis rendah. Namun, jika pemakaiannya melampaui batas yang dianjurkan, senyawa ini dapat menimbulkan efek samping berupa perubahan warna tanaman menjadi hitam. Maka konsentrasi yang digunakan adalah 9 ml/L air untuk *drone sprayer* dengan volume semprot 50 L/Ha dan 2 ml/L air untuk *mist blower* dengan volume semprot 100 L/Ha sesuai dengan standar operasional perusahaan. Konsentrasi berbeda diakibatkan oleh hasil tetesan semprot (droplet) yang dihasilkan *drone sprayer* lebih halus dibandingkan *mist blower*. Perbedaan

dalam konsentrasi diakibatkan oleh hasil tetesan semprot (*droplet*) yang dihasilkan *drone sprayer* lebih halus dibandingkan *mist blower*. Serta metode pengaplikasian antara kedua alat berbeda.



Gambar 17. Matador 25 EC

A. Gambaran Gejala Serangan *Helopeltis* sp.

Pada Gambar 18. menunjukkan *Helopeltis* sp. yang ditemukan pada plot penelitian. *Helopeltis* sp. merupakan serangga penyebab layu pucuk tanaman. Hama ini merupakan yang paling dominan atau paling sering ditemukan di areal konsesi PT Toba Pulp Lestari, Tbk. Serangan hama ini umumnya terjadi pada bagian tanaman yang masih muda, seperti daun, pucuk, dan ranting. Mekanisme serangan dilakukan dengan menusukkan stiletnya untuk mengisap cairan sel, sekaligus mengeluarkan air liur yang berifat toksik dan menyebabkan kerusakan di sekitar jaringan tanaman yang ditusuk (Indriati & Soesanthy, 2014).



Gambar 18. *Helopeltis* sp.

Menurut Indriati & Soesanthy, (2014) pada bagian tanaman yang tertusuk stilet, awalnya muncul lingkaran transparan. Seiring waktu, lingkaran tersebut berubah menjadi coklat terang, kemudian semakin gelap hingga coklat kehitaman, membentuk bercak yang akhirnya mengering dalam kurun waktu 24 jam. yang menyebabkan luka di sekitar tulang daun berupa bercak warna hitam atau coklat gelap.

Perbedaan serangan baru muda (nimfa) dan dewasa (imago) dapat dilihat pada Gambar 19. Serangan ditemukan disekitar tulang daun (nimfa) dan Gambar 20. Serangan ditemukan pada tangkai pucuk daun. Kedua serangan baru memiliki kurun waktu 1 – 3 hari. Serangan lama serangga dewasa (imago) maupun muda (nimfa) memiliki kurun waktu 7 hingga 10 hari yang menyebabkan gejala layu akan menjadi kering dan *crunchy* (kriuk) seperti pada Gambar 21.



Gambar 19. Gejala Serangan Baru *Helopeltis* sp. (nimfa)



Gambar 20. Gejala Serangan Baru *Helopeltis* sp, dewasa (imago)



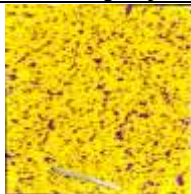
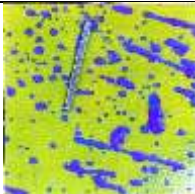
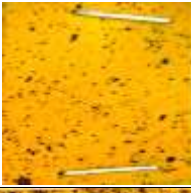
Gambar 21. Gejala Serangan Lema *Helopeltis* sp.

B. Hasil Semprotan *Drone Sprayer* dan *Mist Blower*

Hasil semprotan kedua alat adalah dalam bentuk tetapan semprot (*droplet*).

Tingkat kerapatan dan bentuk semprotan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kondisi *Water Sensitive Paper* (WSP)

<i>Drone sprayer</i>	<i>Mist Blower</i>	Keterangan
		Lapisan Tajuk Atas
		Lapisan Tajuk Tengah bagian kiri
		Lapisan Tajuk Tengah bagian kanan
		Lapisan Tajuk Bawah bagian kiri
		Lapisan Tajuk Bawah bagian kanan

Dalam berbagai kajian Laboratorium, *Water Sensitive Paper* (WSP) dimanfaatkan untuk mengkalibrasi kepadatan droplet pada aplikasi insektisida terhadap daun sasaran (Hall *et al.*, 1987). Pada Tabel 4. menunjukkan kondisi *Water Sensitive Paper* setelah pengaplikasian. Hasil semprotan *drone sprayer* mengeluarkan tetesan semprot (*droplet*) yang lebih halus dan merata dibandingkan *mist blower* terkhususnya pada bagian kiri hampir tidak tersemprot.

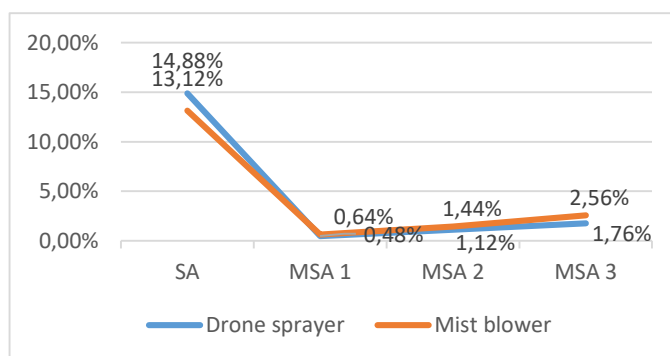
C. Data Efektivitas *Drone Sprayer* dan *Mist Blower*

Rerata insidensi hama *Helopeltis* sp. disajikan pada Tabel 5. Data insidensi serangan hama *Helopeltis* sp. per kompartemen disajikan pada Lampiran 1 - 4 kemudian dilakukan perhitungan lanjutan yang disajikan pada Lampiran 5 – 8.

Tabel 5. 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



Gambar 22. Grafik Insidensi Hama *Helopeltis* sp.

Tabel 5. menunjukkan rerata insidensi hama *Helopeltis* sp. terhadap tanaman *Eucalyptus* sp. dari SA – MSA 3. Berdasarkan Gambar 22. dapat

dilihat pada MSA 1 terjadi penurunan yang sangat signifikan tetapi pada MSA 2 dan 3 mengalami peningkatan kecil. Berdasarkan data rerata insidensi, perlakuan *drone sprayer* lebih unggul dengan rerata sebesar 4,56% dibandingkan *mist blower* yang sebesar 4,44%.

Setelah penyajian nilai rerata insidensi pada setiap waktu pengamatan, analisis kemudian difokuskan pada perubahan insidensi yang terjadi dari sebelum aplikasi (SA) sampai minggu ketiga setelah aplikasi (MSA 3) yang disajikan pada Tabel 6. Besarnya penurunan insidensi tersebut dijadikan indikator untuk menilai efektivitas penggunaan dua jenis alat aplikasi dalam mengendalikan hama *Helopeltis* sp. pada tanaman *Eucalyptus* sp.

Tabel 6. Penurunan Insidensi Hama *Helopeltis* sp.

Perlakuan	Waktu Pengamatan			Rerata (%)
	SA (%)	MSA 3 (%)		
<i>Drone sprayer</i>	15,20	2,40		
	16,00	3,20		
	11,20	0,80	1,76	13,12
	8,80	2,40		
	23,20	0,00		
<i>Mist blower</i>	10,40	4,80		
	17,60	3,20		
	9,60	0,80	2,24	11,68
	10,40	2,40		
	17,60	1,60		

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

Tabel 6. memperlihatkan besarnya penurunan insidensi serangan hama *Helopeltis* sp. pada tanaman *Eucalyptus* sp. setelah dilakukan aplikasi menggunakan dua jenis alat semprot, yaitu *drone sprayer* dan *mist blower*. Penurunan insidensi dihitung berdasarkan perbedaan antara nilai insidensi sebelum aplikasi (SA) dan pada minggu ketiga setelah aplikasi (MSA 3).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan *drone sprayer* memiliki rerata insidensi sebelum aplikasi sebesar 14,88%. Setelah tiga minggu aplikasi, nilai tersebut menurun menjadi 1,76%, sehingga diperoleh rerata penurunan insidensi sebesar 13,12%.

Pada perlakuan menggunakan *mist blower*, rerata insidensi sebelum aplikasi tercatat sebesar 13,92%, kemudian menurun menjadi 2,24% pada minggu ketiga setelah aplikasi. Dengan demikian, rerata penurunan insidensi yang dihasilkan dari perlakuan ini adalah 11,68%.

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa kedua metode aplikasi mampu menurunkan tingkat insidensi serangan hama. Namun demikian, nilai penurunan yang diperoleh pada penggunaan *drone sprayer* lebih tinggi dibandingkan dengan *mist blower*, sehingga secara umum menunjukkan kecenderungan bahwa penggunaan *drone sprayer* lebih efektif dalam menekan serangan hama *Helopeltis* sp. pada tanaman *Eucalyptus* sp.

Untuk mengetahui pengaruh *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 7.

Tabel 7. *Independent Sample T-test* Penurunan Insidensi Serangan Hama *Helopeltis* sp.

Perlakuan	Rerata	Std. Deviasi	df	T Hitung	T Tabel	Sig.
<i>Drone sprayer</i>	13,1200	8,9823	48	1,101 ^{NS}	2,010	0,276
<i>Mist blower</i>	10,5600	7,3829				

Keterangan : ^{NS}= tidak signifikan

Berdasarkan *independent sample T-test* pada tabel 7., secara umum tidak ada perbedaan yang nyata antara kedua perlakuan . Hal ini ditunjukkan oleh

nilai Sig. (0,276) > 0,05 dan t hitung (1,101) < t tabel (2,010). Oleh karena itu, perlakuan *drone sprayer* dan *mist blower* belum memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pengendalian hama *Helopeltis* sp. Dalam artian yang lain, kedua alat memiliki efektivitas yang tinggi terhadap penurunan insidensi.

Rerata efektivitas alat terhadap pengendalian hama *Helopeltis* sp. yang disajikan pada Tabel 8. Data efektivitas alat terhadap pengendalian hama *Helopeltis* sp. disajikan pada Lampiran 13.

Tabel 8. Rerata Efektivitas Alat terhadap Pengendalian Hama *Helopeltis* sp.

Perlakuan	Compt.	H (%)	EA (%)	Rerata (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	0,00	100,00	96,57
	H129	10,00	90,00	
	F029	7,14	92,86	
	ZF039	0,00	100,00	
	ZF206	0,00	100,00	
	ZF224	0,00	100,00	
<i>Mist blower</i>	ZF360	9,09	90,91	95,73
	H459	0,00	100,00	
	ZF767	7,69	92,31	
	G063	4,55	95,45	

Keterangan : H = Hasil, EA = Efektivitas Alat

Tabel 8. menunjukkan rerata efektivitas alat terhadap pengendalian hama *Helopeltis* sp. pada tanaman *Eucalyptus* sp. berdasarkan tabel didapat hasil bahwa kedua alat memiliki efektivitas yang tinggi untuk pengendalian hama *Helopeltis* sp. *Drone sprayer* memiliki tingkat efektivitas yang lebih unggul sebesar 96,57% dibandingkan *mist blower* dengan tingkat efektivitas sebesar 95,73%.

D. Data Efisiensi *Drone Sprayer* dan *Mist Blower*

Persamaan Waktu Kerja *Drone sprayer* dan *Mist blower* disajikan pada Tabel 9. Data spesifikasi *drone sprayer* dan *mist blower* disajikan pada Lampiran 14. sedangkan Data waktu belok disajikan pada Lampiran 15.

Tabel 9. Persamaan Waktu Kerja *Drone sprayer* dan *Mist blower*

Perlakuan	Pl (m)	Ll (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 : Pl = Panjang lahan, Ll = Lebar lahan, Lk = Lebar kerja, V = Kecepatan unit penyemprot, Tb = Waktu belok, WK = Waktu Kerja

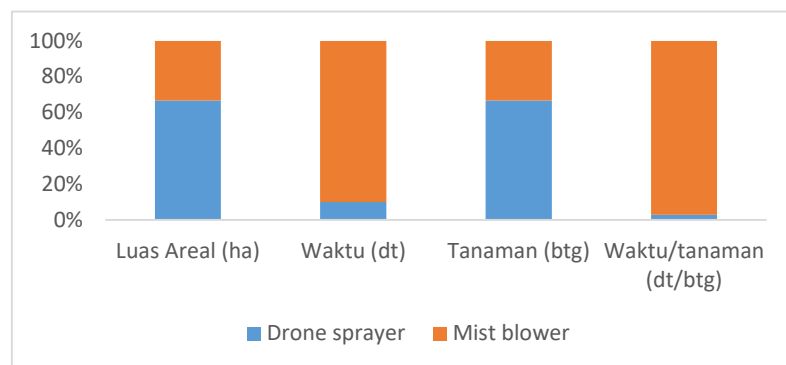
Tabel 9. menunjukkan persamaan Waktu Kerja *Drone sprayer* dan *Mist blower*. Berdasarkan hasil tersebut pengendalian hama *Helopeltis* sp. dengan *drone sprayer* lebih efisien yaitu 0,39 jam/Ha setara dengan 23,32 menit/ha dibandingkan menggunakan *mist blower* yaitu 1,46 jam/ha setara dengan 87,65 menit/ha, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian yang membandingkan efisiensi antara *drone sprayer* dan *mist blower* dalam persamaan waktu kerja (Syarief *et al.*, 2024).

Kedua alat *drone sprayer* dan *mist blower* dikalibrasi ke tangki kapasitas 10 disajikan pada Tabel 10. Data hasil *time study* yang dilakukan disajikan pada Lampiran 14.

Tabel 10. Produktivitas *Drone sprayer* dan *Mist blower*

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



Gambar 23. Grafik Hasil produktivitas pada Kapasitas Tangki 10 L

Tabel 10. Dan Gambar 23. menunjukkan hasil produktivitas *drone sprayer* dan *mist blower* pada kapasitas tangki 10 L. Pengendalian hama *Helopeltis* sp. dengan *drone sprayer* mencakup areal yang lebih luas dan jumlah batang yang lebih banyak dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan *mist blower*.

Data biaya total material pengerjaan lahan 1 ha disajikan pada Tabel 12. yang didapat dari hasil perhitungan antara data kebutuhan material untuk pengerjaan disajikan pada Tabel 11. dan data harga biaya material disajikan pada Lampiran 16.

Tabel 11. Kebutuhan Material Pengerjaan Lahan 1 ha

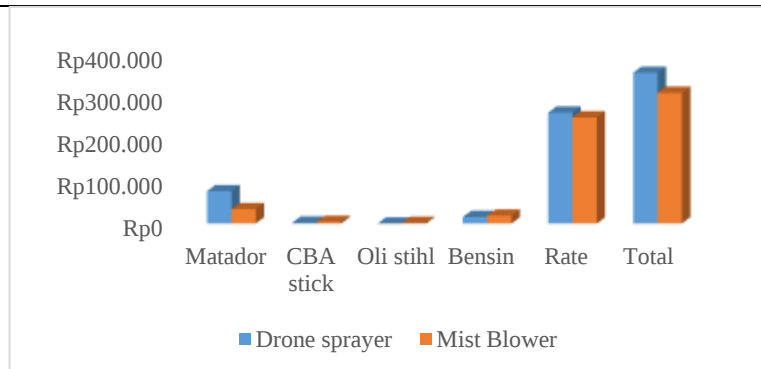
Perlakuan	Matador (ml)	CBA Stick (ml)	Bensin (L)	VS (L/ha)
<i>Drone sprayer</i>	450	150	1,25	50
<i>Mist blower</i>	200	300	1,50	100

Keterangan : VS = Volume Semprot

Tabel 11. Menunjukkan kebutuhan material untuk pengerjaan lahan 1 Ha. Sesuai sesuai dengan SOP konsentrasi PT Toba Pulp Lestari, tbk dimana *drone sprayer* menggunakan konsentrasi matador 9 ml/L air dan CBA stick 3 ml/L air sedangkan *mist blower* menggunakan konsentrasi matador 2 ml/L air dan CBA stick 3 ml/L air.

Tabel 12. 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



Gambar 24. Grafik Total Biaya Operasional Pengerjaan Lahan 1 ha

Tabel 12. Dan Gambar 24. menunjukkan biaya total material pengerjaan luasan 1 ha dengan *mist blower* lebih murah Rp42.432 dibandingkan *drone sprayer*.

E. Keunggulan dan Kekurangan *Drone sprayer* dan *Mist blower*

Setelah melakukan analisa dan pengamatan kedua alat memiliki kelebihan dan kekurangan masing – masing. *Drone sprayer* memiliki keunggulan yaitu dapat mencakup luasan yang luas dalam waktu singkat, kapasitas tangki yang lebih besar, dilengkapi oleh *Global Positioning System* (GPS) dan sensor, pengoperasian secara otomatis, dan spesifikasi alat dapat ditentukan untuk tiap *flight* sesuai dengan kebutuhan lapangan. Namun memiliki kekurangan yaitu mobilisasi yang lebih sulit dikarenakan membutuhkan beberapa alat bantuan seperti genset, baterai, dan wadah drone,

perlu melakukan *mapping* sebelum pengaplikasian, tidak dapat menyemprot sampai batas riparian (*buffer zone*).

Sementara *mist blower* memiliki keunggulan yaitu mobilisasi yang lebih mudah, dapat menyemprot sampai batas riparian (*buffer zone*), dan dapat dikerjakan langsung setelah sampai di lokasi. Namun memiliki kekurangan yaitu membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan *drone sprayer*, kapasitas tangki yang lebih kecil, tidak disediakan *Global Positioning System* (GPS) sehingga perlu membawa *GPS Tracker* untuk merekam bukti pengaplikasian, dan pengoperasian secara semi mekanis.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. *Drone sprayer* dan *mist blower* memiliki tingkat efektivitas yang relatif sama dalam pengendalian hama *Helopeltis* sp yang ditunjukkan oleh nilai signifikansi 0,276 ($>0,05$) sehingga tidak terdapat perbedaan nyata antara kedua metode tersebut.
2. Dalam aspek efisiensi, *drone sprayer* unggul dari sisi waktu dan produktivitas sedangkan *mist blower* lebih unggul dalam sisi biaya operasional ($\text{Rp}308.858 < \text{Rp}356.290$).

B. Saran

Adapun saran yaitu dikarenakan kedua alat memiliki efektivitas yang relatif sama maka untuk pengerjaan areal yang luas dan datar menggunakan *drone sprayer* untuk penghematan waktu dan optimalisasi alat sedangkan untuk *mist blower* dapat digunakan untuk areal yang tidak begitu luas dengan topografi berbukit.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2018. SNI 8650:2018 Alat Pemeliharaan Tanaman – Pengabut Gendong (Knapsack mist blower) bermotor – Syarat Mutu dan Metode Uji. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/12269-sni86502018>
- 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.
- Endah, H. 2005. *Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman*. Agromedia Pustaka.
- Fermana, J. S., Sadjati, E., & Ikhwan, M. 2019. *ANALISIS BIAYA PEMANENAN DAN PRODUKTIVITAS PRODUKSI KAYU EKALIPTUS (STUDI KASUS: HPHTI PT.PSPI DISTRIK PETAPAHAN)*. 14(2), 38–55.
- 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.
- Handoko, H. 1995. *Manajemen Personalian dan Manajemen SDM*. BPFE Yogyakarta.
- Hassanalain, 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)*.
- Kumar & Singh. 2021. Efficacy of Drone Technology in Agriculture: A review. *Journal of Agrisearch*, 9(03), 189–195. <https://doi.org/10.21921/jas.v9i03.11000>
- 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 Sampungan, Biaya Kualitas Dan Biaya Operasional Terhadap Profitabilitas Perusahaan. *Jurnal Ilmiah Cendekia Akuntansi*, 8(2), 36. <https://doi.org/10.32503/cendekiaakuntansi.v8i2.3209>

- Mardiasmo. 2018. *AKUNTANSI SEKTOR PUBLIK, EDISI TERBARU*. Yogyakarta, Andi Offset
- Maryani, Y., & Daniati, C. 2019. *Buku Saku Hama dan Penyakit Tanaman Kakao*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan
- 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.
- Palit, F. G., Rantung, R. A., & Ludong, D. P. M. 2016. *UJI KINERJA ALAT PENYEMPROT SERANGGA HAMA PADA TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN DRONE DJI PHANTOM 4*. 23–32.
- Peraturan Pemerintah, I. 1990. *Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1990 tentang Hak Pengusahaan Hutan Tanaman Industri (HTI)*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- 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>
- Siagian, S. P. 2014. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Bumi Aksara.
- Syarief, M., Rahmawati, D., Mujiono, & Fittryah, 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>
- Tjoeng, C. 2021. *EFEKTIVITAS PENGGUNAAN BEBERAPA ALAT PENGENDALI HAMA Helopeltis bradyi PADA TANAMAN Eucalyptus sp DI PT. TOBA PULP LESTARI, Tbk*. http://repository.instiperjogja.ac.id/index.php?p=show_detail&id=17010&keywords=charles+tjoeng
- Wahyuni, H. S. 2002. Akuntansi Sektor Publik. *Akuntansi Sektor Publik*, Malang: UMM Press, 1–20.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Insidensi Serangan Hama *Helopeltis* sp. Sebelum Aplikasi

Perlakuan	Compt.	P1		P2		P3		P4		P5	
		n	N	n	N	n	N	n	N	n	N
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	5	25	2	25	3	25	4	25	5	25
	H129	2	25	6	25	3	25	5	25	4	25
	F029	1	25	5	25	2	25	3	25	3	25
	ZF039	2	25	1	25	5	25	2	25	1	25
	ZF206	8	25	6	25	5	25	6	25	4	25
<i>Mist Blower</i>	ZF224	3	25	2	25	4	25	1	25	3	25
	ZF360	3	25	5	25	3	25	4	25	7	25
	H459	5	25	2	25	1	25	1	25	3	25
	ZF767	2	25	4	25	2	25	2	25	3	25
	G063	4	25	2	25	4	25	7	25	5	25

Lampiran 2. Data Insidensi Serangan Hama *Helopeltis* sp. pada MSA 1

Perlakuan	Compt.	P1		P2		P3		P4		P5	
		n	N	n	N	n	N	n	N	n	N
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
	H129	1	25	0	25	0	25	1	25	0	25
	F029	0	25	1	25	0	25	0	25	0	25
	ZF039	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
	ZF206	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
<i>Mist Blower</i>	ZF224	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
	ZF360	0	25	0	25	0	25	2	25	0	25
	H459	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
	ZF767	0	25	0	25	0	25	0	25	1	25
	G063	0	25	0	25	1	25	0	25	0	25

Lampiran 3. Data Insidensi Serangan Hama *Helopeltis* sp. pada MSA 2

Perlakuan	Compt.	P1		P2		P3		P4		P5	
		n	N	n	N	n	N	n	N	n	N
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	0	25	1	25	0	25	1	25	0	25
	H129	2	25	0	25	0	25	1	25	0	25
	F029	0	25	0	25	1	25	0	25	0	25
	ZF039	1	25	0	25	0	25	0	25	0	25
	ZF206	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
<i>Mist Blower</i>	ZF224	0	25	1	25	0	25	1	25	2	25
	ZF360	0	25	0	25	0	25	2	25	0	25
	H459	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
	ZF767	1	25	0	25	0	25	0	25	1	25
	G063	0	25	0	25	1	25	0	25	0	25

Lampiran 4. Data Insidensi Serangan Hama *Helopeltis* sp. pada MSA 3

Perlakuan	Compt.	P1		P2		P3		P4		P5	
		n	N	n	N	n	N	n	N	n	N
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	0	25	2	25	0	25	1	25	0	25
	H129	2	25	0	25	0	25	1	25	1	25
	F029	0	25	0	25	1	25	0	25	0	25
	ZF039	2	25	0	25	0	25	0	25	1	25
	ZF206	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
<i>Mist Blower</i>	ZF224	1	25	1	25	1	25	1	25	2	25
	ZF360	0	25	1	25	0	25	3	25	0	25
	H459	0	25	0	25	1	25	0	25	0	25
	ZF767	2	25	0	25	0	25	0	25	1	25
	G063	0	25	0	25	1	25	1	25	0	25

Lampiran 5. Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Kompartemen Sebelum Aplikasi

Perlakuan	Compt.	n	N	IS (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	19	125	15,20
	H129	20	125	16,00
	F029	14	125	11,20
	ZF039	11	125	8,80
	ZF206	29	125	23,20
<i>Mist Blower</i>	ZF224	13	125	10,40
	ZF360	22	125	17,60
	H459	12	125	9,60
	ZF767	13	125	10,40
	G063	22	125	17,60

Lampiran 6. Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Kompartemen pada MSA 1

Perlakuan	Compt.	n	N	IS (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	0	125	0,00
	H129	2	125	1,60
	F029	1	125	0,80
	ZF039	0	125	0,00
	ZF206	0	125	0,00
<i>Mist Blower</i>	ZF224	0	125	0,00
	ZF360	2	125	1,60
	H459	0	125	0,00
	ZF767	1	125	0,80
	G063	1	125	0,80

Lampiran 7. Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Kompartemen pada MSA 2

Perlakuan	Compt.	n	N	IS (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	2	125	1,60
	H129	3	125	2,40
	F029	1	125	0,80
	ZF039	1	125	0,80
	ZF206	0	125	0,00
<i>Mist Blower</i>	ZF224	4	125	3,20
	ZF360	2	125	1,60
	H459	0	125	0,00
	ZF767	2	125	1,60
	G063	1	125	0,80

Lampiran 8. Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Kompartemen pada MSA 3

Perlakuan	Compt.	n	N	IS (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	3	125	2,40
	H129	4	125	3,20
	F029	1	125	0,80
	ZF039	3	125	2,40
	ZF206	0	125	0,00
<i>Mist Blower</i>	ZF224	6	125	4,80
	ZF360	4	125	3,20
	H459	1	125	0,80
	ZF767	3	125	2,40
	G063	2	125	1,60

Lampiran 9. Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Plot Sebelum Aplikasi

Perlakuan	Compt.	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)	P5 (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	20	8	12	16	20
	H129	8	24	12	20	16
	F029	4	20	8	12	12
	ZF039	8	4	20	8	4
	ZF206	32	24	20	24	16
<i>Mist Blower</i>	ZF224	12	8	16	4	12
	ZF360	12	20	12	16	28
	H459	20	8	4	4	12
	ZF767	8	16	8	8	12
	G063	16	8	16	28	20

Lampiran 10. Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Plot pada MSA 1

Perlakuan	Compt.	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)	P5 (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	0	0	0	0	0
	H129	4	0	0	4	0
	F029	0	4	0	0	0
	ZF039	0	0	0	0	0
	ZF206	0	0	0	0	0
<i>Mist Blower</i>	ZF224	0	0	0	0	0
	ZF360	0	0	0	8	0
	H459	0	0	0	0	0
	ZF767	0	0	0	0	4
	G063	0	0	4	0	0

Lampiran 11. Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Plot pada MSA 2

Perlakuan	Compt.	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)	P5 (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	0	4	0	4	0
	H129	8	0	0	4	0
	F029	0	0	4	0	0
	ZF039	4	0	0	0	0
	ZF206	0	0	0	0	0
<i>Mist Blower</i>	ZF224	0	4	0	4	8
	ZF360	0	0	0	8	0
	H459	0	0	0	0	0
	ZF767	4	0	0	0	4
	G063	0	0	4	0	0

Lampiran 12. Rekapitulasi Insidensi (tingkat kejadian) per Plot pada MSA 3

Perlakuan	Compt.	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)	P5 (%)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	0	8	0	4	0
	H129	8	0	0	4	4
	F029	0	0	4	0	0
	ZF039	8	0	0	0	4
	ZF206	0	0	0	0	0
<i>Mist Blower</i>	ZF224	4	4	4	4	8
	ZF360	0	4	0	12	0
	H459	0	0	4	0	0
	ZF767	8	0	0	0	4
	G063	0	0	4	4	0

Lampiran 13. Data Efektivitas Alat

Perlakuan	Compt.	SA (%)	MSA 1 (%)
<i>Drone Sprayer</i>	ZF108	15,20	0,00
	H129	16,00	1,60
	F029	11,20	0,80
	ZF039	8,80	0,00
	ZF206	23,20	0,00
<i>Mist Blower</i>	ZF224	10,40	0,00
	ZF360	17,60	1,60
	H459	9,60	0,00
	ZF767	10,40	0,80
	G063	17,60	0,80

Lampiran 14. Data Hasil *Time Study Drone Srayer*

Perlakuan	Compt.	Waktu (dt)	Tanaman	Waktu/tanaman (dt)	Luas Areal (ha)	V (m/dt)
<i>Drone sprayer</i>	ZF108	180	820	0,22	0,41	4,00
		166	800	0,21	0,40	4,00
		165	800	0,21	0,40	4,00
	H129	175	800	0,22	0,40	4,00
		187	800	0,23	0,40	4,00
		179	820	0,22	0,41	4,00
	F029	190	820	0,23	0,41	4,00
		179	780	0,23	0,39	4,00
		168	800	0,21	0,40	4,00
	ZF039	182	820	0,22	0,41	4,00
		196	800	0,25	0,40	4,00
		202	780	0,26	0,39	4,00
	ZF206	206	800	0,26	0,40	4,00
		245	800	0,31	0,40	4,00
		235	800	0,29	0,40	4,00
<i>Mist Blower</i>	ZF224	862	202	4,27	0,10	1,17
		846	198	4,27	0,10	1,17
		871	201	4,33	0,10	1,15
	ZF360	869	201	4,32	0,10	1,16
		844	200	4,22	0,10	1,18
		851	199	4,28	0,10	1,17
	H459	855	201	4,25	0,10	1,18
		882	204	4,32	0,10	1,16
		876	199	4,40	0,10	1,14
	ZF767	867	202	4,29	0,10	1,16
		881	208	4,24	0,10	1,18
		874	200	4,37	0,10	1,14
	G063	893	201	4,44	0,10	1,13
		857	197	4,35	0,10	1,15
		864	199	4,34	0,10	1,15

Lampiran 15. Data Waktu Belok

Perlakuan	Compt.	Waktu Belok (dt)	Rerata (dt)
<i>Drone Sprayer</i>	ZF108	64	62,73
		60	
		65	
	H129	58	
		62	
		67	
	F029	57	
		67	
		69	
	ZF039	66	
		61	
		59	
	ZF206	62	
		59	
		65	
<i>Mist Blower</i>	ZF224	122	129,33
		149	
		172	
	ZF360	123	
		134	
		150	
	H459	121	
		125	
		119	
	ZF767	116	
		127	
		133	
	G063	116	
		120	
		113	

Lampiran 16. Data Harga Biaya Material

Matador (Rp/ml)	CBA Stick (Rp/ml)	Oli Stihl (Rp/ml)	Bensin (Rp/L)
170	13	74	12.500

Sumber : Data Sekunder

Lampiran 17. Alat Pelindung Diri (APD)

Aplikator



Mixer

Lampiran 18. Pengaplikasian pada Saat Pengendalian Hama



Drone Sprayer
DJI T25



Mist Blower
STIHL