

Pengabut Semprot Bergerak untuk Pemberantasan Hama Kelapa Sawit (Mobile Spray Fogger for Palm Oil Pest Eradication)

Gatot Pramuhadi^{1,2*}, Zavira Mega Ayu¹, Muhammad Haikal Kusdian¹, Riza Fahri¹, Raesa Firdiansyah Pratama¹, Anik Rahayu¹

(Diterima Mei 2022/Disetujui September 2022)

ABSTRAK

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) adalah tanaman tropis yang dapat diserang oleh berbagai hama mulai dari pembibitan hingga tanaman menghasilkan sehingga hama perlu dibasmi. Umumnya hama dibasmi dengan mengaplikasikan pestisida menggunakan mesin pengabut yang dijinjing oleh petani sehingga tidak efektif menjangkau tanaman yang tinggi dan asap panas dari mesin pengabut dapat merusak daun kelapa sawit. Tujuan penelitian ini adalah merancang alat yang mampu mengoptimalkan pengaplikasian kabut pestisida ke tanaman kelapa sawit pada berbagai ketinggian tertentu. Perancangan alat pengabut semprot bergerak juga bertujuan memudahkan operator dalam mengaplikasikan kabut pestisida pada berbagai ketinggian dan sekaligus dapat mengurangi dampak kerusakan daun kelapa sawit. Penelitian dimulai dengan uji kinerja penyemprotan kabut pestisida di laboratorium dan uji kinerja pengaplikasian menggunakan pengabut semprot bergerak di lahan. Asap pestisida dari mesin pengabut dioptimumkan dengan menggabungkan penyemprot elektrik dan penyembur udara sehingga terbentuk kabut pestisida yang dapat menurunkan suhu asap pestisida dan menambah jangkauan pengabutan. Kinerja penggabungan output dari mesin pengabut, penyemprot elektrik, dan penyembur udara pada menghasilkan diameter droplet sebesar 94,41 μm , kerapatan droplet 365,44 droplet/cm², jangkauan pengabutan efektif 8,63 m, lebar pengabutan efektif 0,91 m, dan penurunan suhu rata-rata 4°C.

Kata kunci: hama, kelapa sawit, mesin pengabut, penyembur udara, penyemprot elektrik

ABSTRACT

Palm oil (*Elaeis guineensis*) is a tropical plant that can be attacked by various pests, start from nurseries to plantations, so it is necessary to eradicate pests. Generally, the pests is eradicated by applying pesticides using fogging machines brought down by farmers so that they are ineffective in reaching high plants, and hot smoke from fogging machines can damage oil palm leaves. This study aims to design a tool that can optimize the application of pesticide fog to oil palm plants at a certain height. The tool's design in the form of a mobile spray fogger also aims to facilitate the operator in applying pesticide fog at various heights of oil palm and, simultaneously, can reduce the impact of damage to oil palm leaves. The research method was carried out by testing the performance of pesticide fog spraying in the laboratory and the performance test of applying pesticide fog using mobile spray foggers on the land. Furthermore, pesticide smoke from fogging machines was optimized by combining electric sprayers and air blowers so that pesticide fog is formed, reducing the temperature of pesticide smoke, and increasing the range of fogging. The performance of the combination of outputs from fogging machines, electric sprayers, and air blowers on mobile spray fogger produces a droplet diameter of 94.41 μm , droplet density of 365.44 droplet/cm², effective fogging range of 8.63 m, effective fogging width of 0.91 m, and an average temperature decrease of 4°C.

Keywords: air blower, electric sprayer, fogging machine, palm oil, pests

PENDAHULUAN

Terdapat beberapa kendala pada budi daya kelapa sawit yang disebabkan oleh hama. Hama menimbulkan kerusakan fisik seperti gesekan dan tusukan. Akibat yang ditimbulkan hama cukup besar, baik penurunan produksi maupun kematian tanaman

(Febriani *et al.* 2020). Berdasarkan data Direktorat Perlindungan Perkebunan (2021), diketahui luas serangan salah satu jenis hama, yaitu ulat api terhadap tanaman kelapa sawit pada triwulan II tahun 2021 mencapai 991,78 ha. Kerugian yang ditimbulkan dari serangan hama adalah bertambahnya biaya yang harus dikeluarkan untuk memulihkan kondisi tanaman. Banyaknya permasalahan hama yang dihadapi berpengaruh pada pola penggunaan pestisida. Pestisida dapat diaplikasikan dengan mudah di setiap tempat dalam areal yang luas dan waktu yang singkat. Adapun upaya untuk meningkatkan produktivitas kelapa sawit salah satunya ialah dengan membasmi hama. Pembasmian hama kelapa sawit biasa ditempuh menggunakan mesin pengabut yang dijinjing oleh petani.

¹ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

² Pusat Pengembangan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika (CREATA), LPPM, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi:

Email: gpramuhadi@apps.ipb.ac.id

Penggunaan mesin pengabut dalam pengaplikasian pestisida secara manual tidak efektif menjangkau tanaman kelapa sawit yang produktif pada umur tanam 6 tahun dengan ketinggian 5–12 m. Asap pestisida yang keluar dari bibir knalpot (*muffler*) mesin pengabut memiliki suhu tinggi dan mudah terbawa angin. Suhu asap pestisida yang tinggi akan meningkatkan suhu permukaan daun sehingga laju fotosintesis dan kualitas tandan buah segar menurun (Pradiko *et al.* 2019). Pengaplikasian pestisida efektif melibatkan butiran halus (*droplet*) yang akan menangkap asap pestisida dari mesin pengabut dan berubah menjadi kabut pestisida dengan kemampuan lekat lebih baik ke objek (*hama*). Droplet tersebut dapat dibentuk oleh penyemprot elektrik dan menyembur udara yang bertekanan konstan untuk menghasilkan droplet yang seragam dan merata (Rafidah 2021).

Pengaplikasian pestisida yang tidak optimum merupakan masalah besar yang berdampak pada produktivitas kelapa sawit dan mengakibatkan kerugian bagi para petani sawit sehingga harus segera ditangani agar kualitas dan kuantitas produksi tidak terganggu. Oleh karena itu, inovasi dari riset ini ialah pengabut semprot bergerak yang mampu mengaplikasikan kabut pestisida ke objek secara optimum, memudahkan operator mengaplikasikan pestisida, serta mampu menjangkau objek pada berbagai ketinggian pohon kelapa sawit. Tujuan kegiatan ini adalah merancang alat yang mampu mengoptimalkan pengaplikasian kabut pestisida ke tanaman kelapa sawit pada berbagai ketinggian tertentu. Luaran dari kegiatan ini adalah pengabut semprot bergerak (*mobile spray fogger*) yang fungsional dan mudah dioperasikan serta dapat meminimumkan kelelahan operator untuk mening-

katkan efektivitas pembasmian hama.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dalam bulan Juni 2021–September 2021. Alat dan uji kinerja penyemprotan kabut pestisida dirancang di Laboratorium Manufaktur dan Laboratorium Sprayer, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University. Pengabut semprot bergerak diterapkan dan kinerjanya diuji di lahan, Kampus IPB University.

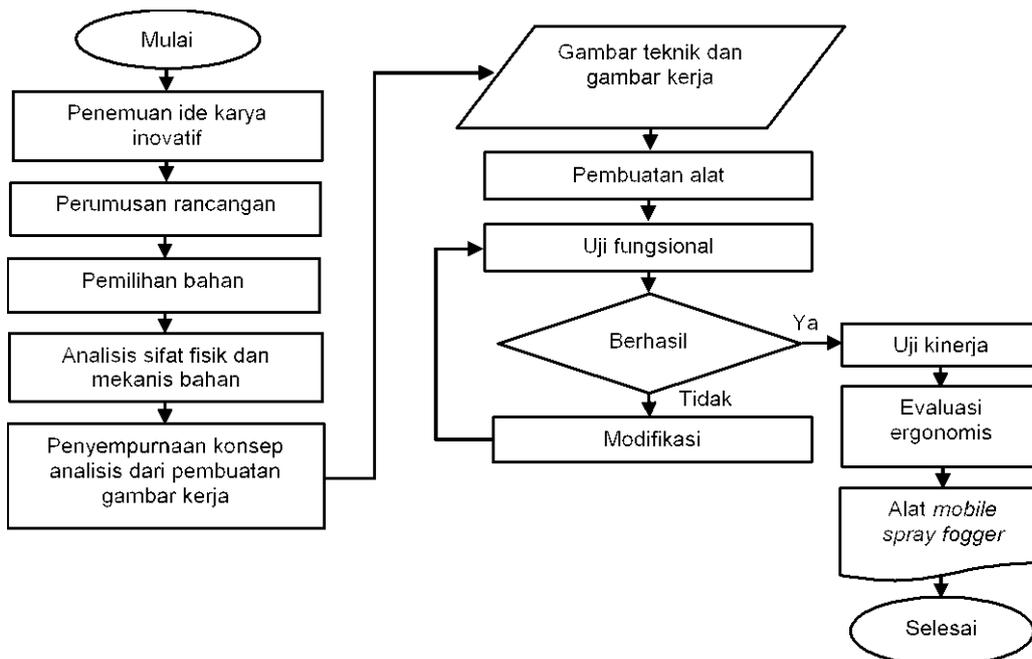
Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk pabrikasi pengabut semprot bergerak antara lain las listrik, gerinda, gergaji, kikir, alat *tap* dan *snei*, *tools set* dan bor listrik, besi *hollow*, besi siku, besi kanal U (UNP), pipa besi, *winch manual*, roda *rolling door*, engsel bubut, *handle lock*, *hand grip*, keranjang, *pillow block bearing*, garpu sepeda, dan roda. Alat pertanian yang digunakan antara lain penyemprot elektrik SWAN F-16, mesin pengabut Golden Fog GF-100 dan penyembur udara tipe *inflatable blower*.

Prosedur

Pekerjaan diawali dengan perancangan, selanjutnya proses pabrikasi, dan uji kinerja penyemprotan kabut pestisida menggunakan pengabut semprot bergerak. Tahapan dari pelaksanaan kegiatan terdapat pada Gambar 1.

Proses pabrikasi diawali dengan persiapan alat dan bahan. Selanjutnya, bahan dipotong menggunakan gerinda berdasarkan ukuran yang telah



Gambar 1 Diagram alir kegiatan penelitian.

didesain, dan dilanjutkan dengan pembuatan komponen pengabut semprot bergerak satu per satu. Kerangka tiang dibuat menggunakan sistem lepas-pasang dengan bantuan *handle lock* dan engsel bubut. Kerangka landasan alat berbahan besi *hollow* sedangkan kerangka dudukan mesin pengabut terdiri atas keranjang besi dan roda *rolling door* yang disambungkan menggunakan las listrik. Kerangka dudukan mesin pengabut menggunakan sistem naik turun dengan bantuan roda *rolling door* yang akan berjalan di rel pada kerangka tiang. Kerangka dudukan penyemprot elektrik dirancang statis menempel pada kerangka landasan. Penyangga penyembur udara dipasang pada kerangka dudukan mesin pengabut dengan menambahkan ruang gerak agar letak penyembur udara dapat diatur posisinya dengan menyesuaikan knalpot mesin pengabut. *Winch manual* dipasang di bagian bawah kerangka utama dengan menggunakan baut dan mur. Semua kerangka terpasang menjadi pengabut semprot bergerak yang utuh, selanjutnya dicat. Penyempurnaan kabut pestisida dari mesin dioptimumkan dengan penyembur udara dapat menambah jangkauan penyemprotan akibat adanya udara yang dihasilkan oleh baling-baling pada penyembur sehingga mampu melawan kecepatan angin lingkungan (Rafidah 2021).

Rancangan Fungsional

Pada rancangan fungsional ini terdapat mekanisme kerja, bagian komponen, dan fungsi yang dipilih dalam perancangan. Rancangan mesin pengabut semprot bergerak memiliki beberapa fungsi yang didukung oleh lima komponen utama yang terdiri atas rangka utama, rangka dudukan, katrol, roda, dan stang (Tabel 1).

Rancangan Struktur

Hasil perancangan pengabut semprot bergerak menggunakan peranti lunak Solidworks 2016 (Gambar

2). Mesin dirancang untuk mengoptimalkan pengaplikasian pestisida pada tanaman kelapa sawit dengan menggabungkan output dari mesin pengabut, penyemprot elektrik, dan penyembur udara. Secara umum mesin rancangan ini memiliki rangka utama yang berfungsi menopang semua bagian komponen. Rangka utama terdiri atas kerangka landasan, tiang, dan kemudi. Kerangka landasan terbuat dari besi *hollow* 30 mm x 30 mm yang didesain sebagai tempat memasang tiang dan penyemprot elektrik. Kerangka tiang setinggi 3 m dari pengabut semprot bergerak terbuat dari besi UNP 50 mm dan besi siku 48 mm x 48 mm. Kerangka tiang menggunakan sambungan yang terdiri atas *handle lock*, kunci kargo, dan engsel bubut, sehingga dapat ditekuk agar mudah disimpan. Pada bagian atas, kerangka tiang diberi roda *rolling door* untuk mengaitkan tali kawat *winch* manual. Adapun kemudi terbuat dari besi *hollow* 30 mm x 30 mm dan pipa besi berdiameter 2,5 cm yang dilengkapi *hand grip* untuk meningkatkan nilai ergonomika alat.

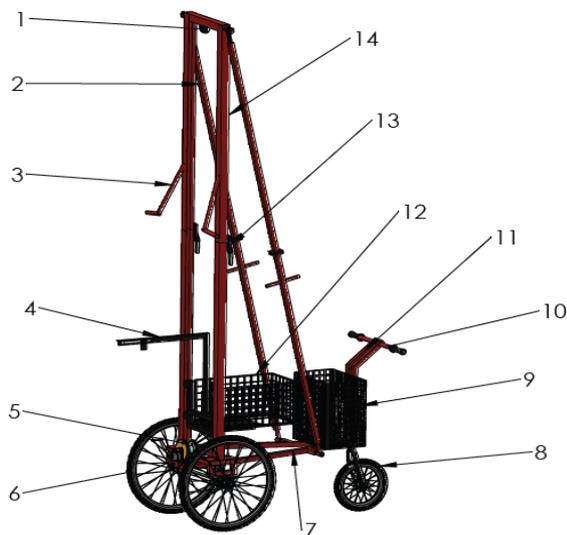
Analisis Teknik

• **Pembebanan statis**

Desain rangka disimulasi menggunakan peranti lunak *Solidworks* 2016. Terdapat dua fokus utama dalam simulasi pembebanan statis, yaitu simulasi *Von mises stress* (distribusi tegangan) dan simulasi

Tabel 1 Fungsi setiap komponen pengabut semprot bergerak

Komponen	Fungsi
Rangka utama	Menopang seluruh komponen
Rangka dudukan	Tempat penyangga mesin pengabut dan penyemprot elektrik
Katrol	Mengatur posisi dudukan mesin pengabut ke atas dan ke bawah
Roda	Mobilitas ke segala arah
Stang	Mengarahkan dan memberi dorongan pada alat



Keterangan:

1. Katrol
2. Tali kawat katrol
3. Pegangan tiang
4. Penyangga penyembur udara
5. Winch manual
6. Roda depan
7. Kerangka landasan
8. Roda belakang
9. Dudukan penyemprot elektrik
10. Kemudi
11. Tiang kemudi
12. Dudukan mesin pengabut
13. Tiang kerangka utama
14. Handle lock

Gambar 2 Hasil perancangan pengabut semprot bergerak.

displacement (perubahan panjang).

- **Gaya tarik katrol**

Bagian utama katrol terdiri atas roda kecil yang berputar pada porosnya dan mempunyai alur tertentu di sepanjang sisi yang akan dililiti tali. Jenis katrol yang digunakan untuk mengangkat beban dudukan, mesin pengabut, dan penyembur udara pada alat yang dirancang ini ialah *winch manual*. Spesifikasi *winch manual* pada pembebanan tersebut mampu menahan beban hingga 350 kg. Gaya tarik katrol diilustrasikan pada Gambar 3. Perhitungan gaya tarik katrol (F_{tarik}) menggunakan persamaan berikut (Halliday 2010).

$$F_{\text{tarik}} = m g \dots(1)$$

Keterangan:

F_{tarik} = Gaya penarikan beban melalui katrol, kgf
 m = Massa beban yang ditarik katrol, kg
 g = Percepatan gravitasi, m/detik²

- **Keseimbangan alat**

Keseimbangan alat dapat dianalisis dengan mengetahui titik berat (*centroid*) dari alat tersebut. Titik berat merupakan titik pusat massa untuk menentukan letak koordinat dari suatu benda (Ismarjiati & Ishafit, 2019). Pusat gravitasi benda secara matematis menerapkan prinsip momen terhadap sistem sejajar dari gaya gravitasi untuk menentukan lokasi resultant. Perhitungan titik berat terhadap keseimbangan alat menggunakan persamaan berikut:

$$(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})c = \frac{\sum W_i P_i}{\sum W_i} \dots(2)$$

Keterangan:

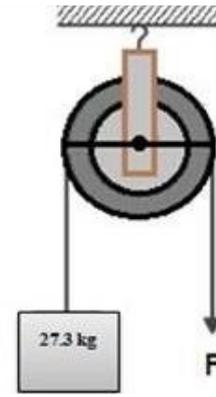
x = Komponen gaya arah sumbu x
 y = Komponen gaya arah sumbu y
 z = Komponen gaya arah sumbu z
 c = Ltak titik berat (pusat gravitasi)
 $\sum W_i P_i$ = Jumlah momen arah sumbu x, y, dan z
 $\sum W_i$ = Jumlah gaya arah sumbu x, y, dan z

Uji Kinerja Penyemprotan Kabut Pesticida di Laboratorium

Uji kinerja penyemprotan kabut pestisida bertujuan untuk mengukur efektivitas hasil penyemprotan mesin semprot bergerak dibandingkan dengan mesin pengabut tipe jinjing berdasarkan lima parameter berikut.

- **Diameter dan kerapatan droplet**

Nilai diameter dan kerapatan droplet didapatkan dari hasil penyemprotan pada kertas sensitif dari jarak 5 m dari bibir knalpot mesin pengabut. Selanjutnya droplet yang telah menempel pada kertas sensitif diukur menggunakan aplikasi imageJ. Setelah dipindai hasilnya dimasukkan (*input*) ke dalam aplikasi *ImageJ* dengan ukuran 5 cm × 5 cm dan tipe *file* diubah menjadi



Gambar 3 Ilustrasi gaya tarik katrol.

8 bit, lalu dijalankan *threshold* dan *clear result*. Data yang didapatkan diolah menggunakan *Microsoft Excel* sehingga nilai diameter dan kerapatan droplet diketahui.

- **Jangkauan pengabutan efektif**

Pengukuran jangkauan pengabutan bertujuan menentukan jangkauan pengabutan efektif (JPE). Jangkauan pengabutan diukur pada pagi hari pada kondisi kecepatan angin 0–0,25 m/detik. Jangkauan pengabutan efektif adalah jangkauan yang dapat dicapai dari ujung pengembus sampai batas area yang masih tertangkap kabut asap dalam waktu yang singkat.

- **Lebar pengasapan efektif**

Lebar pengasapan bertujuan memperoleh lebar pengasapan yang paling optimum dalam pengaplikasian. Nilai lebar pengasapan diperoleh dengan cara meletakkan dua bidang vertikal sejajar hingga menyentuh bagian terluar asap dari sisi terpendek mesin pengasap. Pada pengujian tersebut, bahan yang digunakan ialah dua bidang papan tripleks yang diletakkan dengan posisi bersebelahan.

- **Suhu pengasapan**

Asap dihasilkan dari mesin pengabut disemurkan melalui knalpot. Suhu penyemprotan diukur menggunakan sensor termokopel yang ditempatkan pada jarak 5 m dari knalpot mesin pengabut.

- **Tinggi pengabutan asap**

Pengujian alat melibatkan analisis tinggi pengabutan asap yang dihitung berdasarkan konsep Pythagoras.

Analisis Ergonomika

- **Pengukuran getaran**

Besarnya getaran yang ditimbulkan oleh mesin selama pengoperasian memengaruhi umur fungsionalnya. Guna menghindari bahaya getaran dibutuhkan alat *vibration meter*. *Vibration meter* ditempelkan ke mesin, dengan demikian nilai kuatnya

getaran dapat diketahui sehingga tindakan penyetelan dapat ditentukan.

• **Pengukuran kebisingan**

Suara yang tidak dikehendaki bersumber dari alat-alat kerja pada tingkat tertentu yang dapat mengganggu pendengaran. Alat ukur tingkat kebisingan yang digunakan pada pengujian ini ialah *sound level meter*. Pada saat pengujian, *sound level meter* didekatkan ke mesin yang sedang beroperasi.

• **Penilaian REBA**

REBA (*rapid entire body assesement*) dibagi menjadi dua kelompok bagian tubuh: kelompok A (lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan), kelompok B (leher, punggung, dan kaki) berdasarkan aktivitas dan gaya.

Uji Kinerja Pengaplikasian Kabut Pestisida di Lahan

Pengujian di lahan (*outdoor testing*) bertujuan menentukan kinerja optimum menggunakan *pengabut semprot bergerak* dibandingkan dengan mesin pengabut jinjing untuk pengabutan pestisida pada tanaman kelapa sawit. Aplikasi pestisida dilakukan di lahan percobaan pada jarak tanam 9 m × 9 m sebanyak lima pohon kelapa sawit pada luas 140,4 m².

HASIL DAN PEMBAHASAN

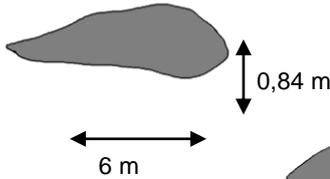
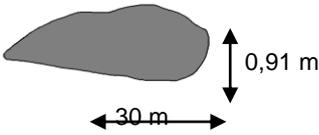
Hasil Uji Kinerja Penyemprotan Kabut Pestisida di Laboratorium

Pengabutan pestisida dari pengabut semprot bergerak diuji oleh operator dengan membandingkan hasil pengujian dari metode manual menggunakan mesin pengabut jinjing. Pengabut semprot bergerak sudah menyediakan tempat komponen pendukung, yaitu dudukan mesin pengabut, penyemprot elektrik, dan penyembur udara. Pengabutan pestisida terjadi karena ada pertemuan asap pestisida dengan droplet

air bersih. Droplet yang keluar dari nosel penyembur udara akan mengikat asap pestisida dari knalpot mesin sehingga terbentuk kabut pestisida. Hasil pengujian dari pengaplikasian pestisida dengan kedua jenis mesin pengabut terdapat pada Tabel 2.

Ukuran diameter droplet yang dihasilkan dari pengabut semprot bergerak lebih besar, yaitu 94,41 µm. Ukuran diameter droplet yang dihasilkan dari pengasapan mesin pengabut lebih kecil, yaitu 10–50 µm. Nilai kerapatan droplet yang dihasilkan dari pengabut semprot bergerak juga lebih besar karena butiran halus yang dihasilkan oleh penyemprot elektrik dan penyembur udara mengikat asap pestisida sehingga droplet berukuran kabut dengan kerapatan yang lebih besar. Ukuran diameter dan kerapatan droplet memengaruhi banyaknya cairan pestisida yang mengenai tanaman. Semakin kecil diameter semakin mudah droplet terbawa oleh angin di lingkungan kerja (Rahman & Yamin 2014). Nilai jangkauan penyemprotan efektif diperoleh dari jarak ujung pengembus hingga jangkauan dengan nilai volume terbesar. Nilai jangkauan penyemprotan efektif terbesar yang dihasilkan dari penggunaan pengabut semprot bergerak ialah 8,63 m. Hal tersebut disebabkan oleh embusan aliran droplet yang dihasilkan dari penyemprot elektrik dan penyembur udara yang dikombinasikan dengan mesin pengabut. Dengan demikian, nilai jangkauan penyemprotan pestisida dengan mesin pengabut yang hanya 6 m dapat dioptimumkan. Nilai lebar penyemprotan efektif terbesar juga dihasilkan dari pengabut semprot bergerak, yaitu 0,91 m. Semakin besar jangkauan dan lebar penyemprotan, semakin baik kinerjanya. Juga, semakin besar kerapatan droplet, semakin efektif penyemprotan (Pramuhadi *et al.* 2019). Selain itu, diperoleh pula nilai suhu pengasapan dan pengabutan yang diukur menggunakan termokopel di berbagai titik sampai jangkauan terakhir. Kabut pestisida memiliki suhu lebih rendah yang diukur pada setiap titik per satu meter dari ujung knalpot mesin pengabut. Suhu dari asap pestisida menjadi kabut pestisida turun rata-rata 4°C. Data keseluruhan hasil pengujian suhu asap

Tabel 2 Hasil pengujian pengaplikasian pestisida

Parameter	Satuan	Nilai	
		Mesin pengabut	Pengabut semprot bergerak
Diameter droplet	µm	10–50	94,41
Kerapatan droplet	droplet/cm ²	236,50	365,44
Jangkauan pengabutan efektif	m	6	8,63
Lebar pengabutan efektif	m	0,84	0,91
Pola sebaran droplet			
Suhu asap maksimum berjarak 5 m dari knalpot	°C	34	

dan kabut pestisida ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 4.

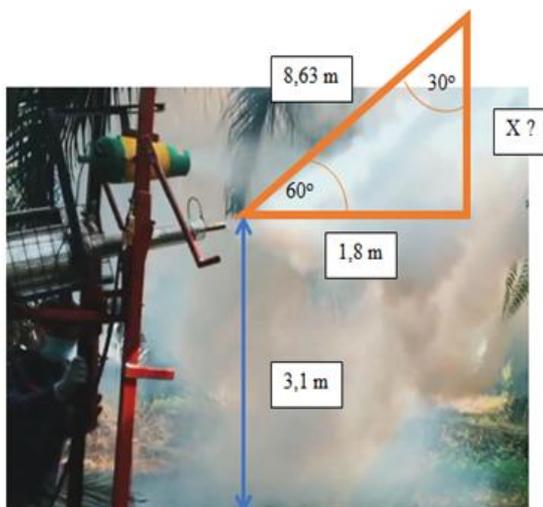
Pengoperasian alat melibatkan parameter tinggi pengabutan yang dihitung berdasarkan konsep Pythagoras. Pengabutan pestisida diilustrasikan pada Gambar 9. Tinggi kerangka tiang dari pengabut semprot bergerak adalah 3,4 m, tinggi maksimum mesin pengabut 3,1 m, sudut kemiringan mesin pengabut 60°, jangkauan pengabutan efektif 8,63 m, dan jarak penyemprotan ke tanaman 1,8 m. Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh jangkauan pengabutan setinggi 8,44 m. Dengan demikian, pengabut semprot bergerak dapat menjangkau tanaman kelapa sawit hingga ketinggian 11,44 m, yang berarti dapat menjangkau tinggi tanaman kelapa sawit yang produktif, yakni 8–12 m.

Analisis Ergonomika

Rancangan alat pengabut semprot bergerak memperhatikan kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja melalui pendekatan ergonomika. Analisis ergonomika yang diukur pada ialah getaran dan kebisingan. Getaran dan kebisingan diukur saat alat beroperasi pada titik-titik pengukuran yang telah ditentukan. Nilai getaran dari alat akan memengaruhi umur fungsional alat, dan pada tingkat kebisingan yang tinggi berpotensi mengakibatkan gangguan fisiologis (Amar *et al.* 2019).

Tabel 3 Hasil pengujian suhu asap dan kabut pestisida

Jangkauan titik penyemprotan (m)	Suhu asap pestisida (°C)	Suhu kabut pestisida (°C)
1	44	38
2	41	36
3	38	35
4	36	32
5	34	30
6	33	29



Gambar 4 Ilustrasi pengabutan pestisida.

Pengukuran getaran diukur menggunakan vibration meter dengan nilai getaran yang terukur, yakni $3,2 \text{ m/s}^2$. Dari hasil tersebut diketahui bahwa penggunaan pengabut semprot bergerak yang dirancang dikategorikan aman karena intensitas getaran tidak lebih dari 6 m/s^2 , atau jauh dari batas ambang sebesar 12 m/s^2 . Adapun pada tingkat kebisingan menggunakan *sound level meter* memberikan nilai 94,4 dB. Perlu upaya untuk mengurangi tingkat kebisingan, yaitu dengan menggunakan APD (alat pelindung diri). Jenis APD yang dipakai pada kegiatan ini adalah penyumbat telinga (*earplug*) dengan nilai NRR (*noise reduction rating*) 32 dB. Menurut Fredianta *et al.* (2013), tingkat kebisingan 85 dB merupakan nilai ambang batas (NAB) untuk 8 jam kerja sehingga pemakaian penyumbat telinga sudah menghasilkan nilai NRR yang baik.

NRR adalah ukuran kemampuan sebuah pelindung pendengaran dalam mengurangi tingkat kebisingan di area kerja. Semakin tinggi nilai NRR, semakin besar pula tingkat kebisingan yang direduksi. Penggunaan penyumbat telinga mampu mereduksi kebisingan sebesar 12,5 dB. Artinya, setelah menggunakan pelindung pendengaran, jumlah paparan kebisingan akhir yang diterima adalah 81,9 dB. Berdasarkan SNI 7231:2009, tingkat kebisingan akhir tersebut menunjukkan bahwa hasil pengukuran berada di bawah batas ambang kebisingan, yakni kurang dari 85 dB dan telah memenuhi kriteria yang diizinkan untuk bekerja 16 jam terus menerus dalam 1 hari.

Ada beberapa cara untuk menilai ergonomi, salah satunya dengan metode observasi postur tubuh menggunakan analisis REBA (*rapid entire body assessment*). Penilaian skor pada metode ini dibagi menjadi 2 kelompok bagian tubuh, yaitu kelompok A (leher, punggung, dan kaki) dan kelompok B (lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan). Selanjutnya skor pada tabel A dan B dihitung untuk memperoleh skor akhir agar dapat menentukan kategori tindakannya (Restuputri *et al.* 2017). Data dikumpulkan dengan mengamati operator yang sedang mengoperasikan alat pengabut semprot bergerak. Berdasarkan aktivitas dan gaya, diperoleh skor REBA rata-rata 3 yang menandakan pengabut semprot bergerak berterima (*acceptable*) dan sangat layak untuk digunakan.

Uji Kinerja Pengaplikasian Kabut Pestisida Menggunakan Pengabut Semprot Bergerak di Lahan

Setelah dipastikan alat bekerja secara optimum, kinerja alat diuji di kebun kelapa sawit Cikabayan, IPB University, Dramaga, Bogor. Hubungan antara hasil percobaan di laboratorium (*indoor testing*) dan pengujian di lapangan (*outdoor testing*) adalah hasil uji kinerja alat di laboratorium. Parameter uji kinerja di laboratorium dimaksudkan sebagai dasar penentuan parameter aplikasi pengabutan pestisida di lapangan. Indikator pengaplikasian kabut pestisida yang efektif

dan optimum ditunjukkan dengan efektivitas pengendalian hama yang maksimum. Pengabut semprot bergerak mampu berpindah-pindah dari tanaman sawit yang satu ke tanaman sawit lainnya dengan mudah. Dengan demikian, efektivitas dan efisiensi waktu pengaplikasian pestisida dapat meningkat. Guna memperoleh waktu total pengoperasian alat, dibutuhkan informasi spesifik mengenai lahan percobaan. Diketahui jarak antartanaman 8 m × 8 m, waktu tempuh alat antartanaman 15 detik, dan waktu pengoperasian alat per tanaman 8 detik/pohon. Berdasarkan data tersebut, diperoleh hasil perhitungan waktu total pengoperasian alat sebesar 59,8 menit/ha.

KESIMPULAN

Kabut pestisida yang dihasilkan oleh pengabut semprot bergerak mampu menjangkau tanaman kelapa sawit yang tinggi sehingga pembasmian hama menjadi lebih efektif. Alat yang dirancang ini juga telah memenuhi aspek ergonomi untuk meningkatkan kenyamanan kerja operator. Kinerja penggabungan output dari mesin pengabut, penyemprot elektrik, dan penyembur udara pada pengabut semprot bergerak menghasilkan diameter droplet 94,41 µm, kerapatan droplet 365,44 *droplet/cm*², jangkauan pengabutan efektif 8,63 m, lebar pengabutan efektif 0,91 m, dan penurunan suhu rata-rata sebesar 4 °C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia, yang telah mendanai dan menyediakan fasilitas dalam pengembangan alat pengabut semprot bergerak. Penghargaan juga disampaikan kepada IPB University yang telah memfasilitasi kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amar DM, Dina L, Khairul N. 2019. Hubungan kebisingan dengan kejadian *hearing loss* dan *stress* kerja di area produksi PT.X. *Jurnal Kesehatan*. 5(1): 1–12. <https://doi.org/10.35963/hmjk.v5i1.162>
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2017. *Mesin Pengasap (Fogging Machine) Tipe Jinjing Sistem Pulsa Jet – Syarat Mutu dan Metode Uji*. Bogor (ID): BSN Indonesia.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2018. *Alat Pemeliharaan Tanaman – Sprayer Gendong Elektrik – Syarat Mutu dan Metode Uji*. Jakarta (ID): BSN Indonesia.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Metode Pengukuran Intensitas Kebisingan di Tempat Kerja*. Jakarta (ID): BSN Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. *Prediksi Luas Serangan Berat dan Kerugian Hasil Akibat Hama Ulat Api pada Triwulan II Tahun 2021 Pada Tanaman Kelapa Sawit*. Jakarta (ID): Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Febriani, Yusniwati, Efendi S. 2020. Inventarisasi hama kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada daerah endemik serangan di kabupaten dharmasraya. *Jurnal AGRIFOR*. 19(1): 1–10. <https://doi.org/10.31293/af.v19i1.4476>
- Halliday D, Resnick R, Walker J. 2010. *Fisika Dasar 1 Edisi 7 Jilid 1*. Jakarta (ID): Erlangga.
- Ismarjati N, Ishafit. 2019. Implementasi *project based learning* pada pokok bahasan titik berat di kelas XI SMA. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*. 9(2): 2089-6158.
- Nurshasnita, Yaherwandi, Siska E. 2020. Survei Hama Pada Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat di Kecamatan Sembilan Koto Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Agriprima*. 4(1): 6–17. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v4i1.347>
- Pradiko I, Syarovy M, Hidayat F, Ginting EN, Farrasa R. 2019. Pengaruh ketinggian tempat terhadap performa fisiologis tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Tanah dan Iklim*. 43(1): 33–42. <https://doi.org/10.21082/jti.v43n1.2019.33-42>
- Pramuhadi G, Ibrahim MNR, Haryanto H, Johannes. 2019. Studi efektifitas *herbiciding* gulma lahan kering pada berbagai metode pengabutan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 8(1): 1–9. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v8i1.1-9>
- Rahman MN, Yamin M. 2014. Modifikasi nosel pada sistem penyemprotan untuk pengendalian gulma menggunakan sprayer gendong elektrik. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 2(1): 17–28.
- Restuputri DP, Lukman M, Wibisono. 2017. Metode REBA untuk pencegahan *musculoskeletal disorder* tenaga kerja. *Jurnal Teknik Industri*. 18(1): 19–28. <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol18.No1.19-28>
- Syahputra E. 2013. Keefektifan insektisida campuran emamektin benzoat + beta sipermetrin terhadap hama ulat api *Setothosea asigna* pada tanaman kelapa sawit. *Jurnal Agrovigor*. 6(1): 30–37.