

EFEKTIVITAS PERBANDINGAN *SPRAYER SOLAR CELL* BUATAN DAN *SPRAYER ELEKTRIK* UNTUK PENGENDALIAN GULMA

Gatot Pujiwara¹, Priyambada², Hermantoro³

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Insitut Pertanian Stiper
Yogyakarta, Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55282

ABSTRAK

Pengendalian gulma merupakan salah satu kegiatan pengelolaan yang tidak kalah penting dibandingkan tindakan pengelolaan yang lain, maka perlu dilakukan tindakan pengendalian gulma yang efektif dan efisien. Semua alat yang digunakan untuk mengaplikasikan pestisida dengan cara penyemprotan disebut alat semprot atau *sprayer*.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbandingan *sprayer solar cell* buatan dan *sprayer elektrik*. Penelitian ini dilaksanakan di SEAT KP2 Instiper Ungaran dilahan kelapa sawit yang terletak di Lemah Ireng, Jl. Tol Bawen-Ungaran, Krajan, Randugunting, Kec. Bergas, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kalibrasi dari *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik*, untuk mengetahui biaya pengeluaran dari *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik*, dan untuk mengetahui efektivitas *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik* dalam pengendalian gulma.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada prestasi kerja *sprayer solar cell* buatan 0,75 ha/jam, sedangkan *sprayer elektrik* 0,71 ha/jam. Pada biaya operasi *sprayer solar cell* buatan dengan nilai Rp 51.216,82/ha, sedangkan *sprayer elektrik* sebesar Rp 55.791,70/ha. Untuk pengamatan gulma pada *sprayer solar cell* buatan minggu pertama sebesar 0,493 kg/m², minggu kedua 0,501 kg/m², minggu ketiga 0,521 kg/m². Sedangkan pada *sprayer elektrik* didapatkan nilai minggu pertama sebesar 0,513 kg/m², minggu kedua 0,516 kg/m², minggu ketiga 0,551 kg/m².

Kata kunci: *sprayer solar cell*, *sprayer elektrik*, gulma, herbisida

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia. Kelapa sawit telah memberikan peran penting pada perekonomian dan pembangunan Indonesia. Menurut Pahan (2008) sebanyak 85% lebih pasar dunia kelapa sawit dikuasai Indonesia dan Malaysia. Pengendalian gulma merupakan salah satu kegiatan pengelolaan yang tidak kalah penting dibandingkan tindakan pengelolaan yang lain, maka perlu dilakukan tindakan pengendalian gulma yang efektif dan efisien.

Semua alat yang digunakan untuk mengaplikasikan pestisida dengan cara penyemprotan disebut alat semprot atau *sprayer*. Apapun bentuk dan mekanisme kerjanya, *sprayer* berfungsi untuk mengubah atau memecah larutan semprot yang dilakukan oleh *nozzle*, menjadi bagian-bagian atau butiran-butiran yang sangat halus (*droplet*). Pada alat pengkabut (*mist blower*) dimasukkan ke dalam pengertian *sprayer*. *Fogging machine* dan *cold aerosol generator* sebenarnya juga dapat dianggap sebagai *sprayer* (Kusnawiria, M.P, 1998).

Dengan seiring pada perubahan teknologi dari masa lalu sampai masa sekarang dan juga pada zaman sekarang yang sudah modern ini menyebabkan kita sebagai manusia jangan sampai ketinggalan zaman pada masa sekarang yang sudah maju. Karena kita tidak boleh ketinggalan dengan orang lain dan pada setiap bagian kehidupan dituntut harus bisa menyesuaikan diri dengan lingkungan agar bisa bersaing dengan persaingan pasar yang terjadi semakin tinggi. Manusia sebagai makhluk hidup yang kesehariannya sangat bergantung pada energi. Akan tetapi dibalik itu semua jika energi yang ada di bumi terutama energi yang tidak dapat diperbaharui dipakai terus menerus maka semakin lama digunakan akan habis dan dapat menimbulkan masalah pada ketersediaan sumber energi tersebut (Abdul Khadir, 2005).

Alat semprot pada tanaman atau sering disebut dengan (*sprayer*) merupakan salah satu mesin pertanian dan digunakan sebagai pemecah suatu cairan (BSNI, 2008). Dalam dunia industri khususnya pada sektor pertanian alat penyemprot ini sudah umum dan tidak asing lagi bagi petani. Ada beberapa jenis *sprayer* yang dipakai dalam pertanian yaitu, *knapsack sprayer*, *motor sprayer*, dan *CDA sprayer*. Beberapa alat ini memiliki fungsi dan kegunaan yang berbeda-beda walaupun termasuk ke dalam kategori *sprayer*. Panel surya photovoltaic atau solar cell sendiri merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah energi

cahaya matahari ke energi listrik. Karena energi matahari tersedia dan tidak terbatas maka dapat dimanfaatkan sebagai energi pengganti. Sekarang sudah ada alat yang dapat merubah energi matahari ke energi listrik yang namanya adalah Panel Surya. Teknologi alat ini mempunyai fungsi untuk menangkap dan menyerap sinar matahari dan akan dijadikan energi listrik. Banyak negeri yang membutuhkan stok energi listrik cukup besar termasuk juga Indonesia (Eren. 2007).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui kalibrasi dari *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik*. Untuk mengetahui biaya pengeluaran dari *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik*. Untuk mengetahui efektivitas *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik* dalam pengendalian gulma.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

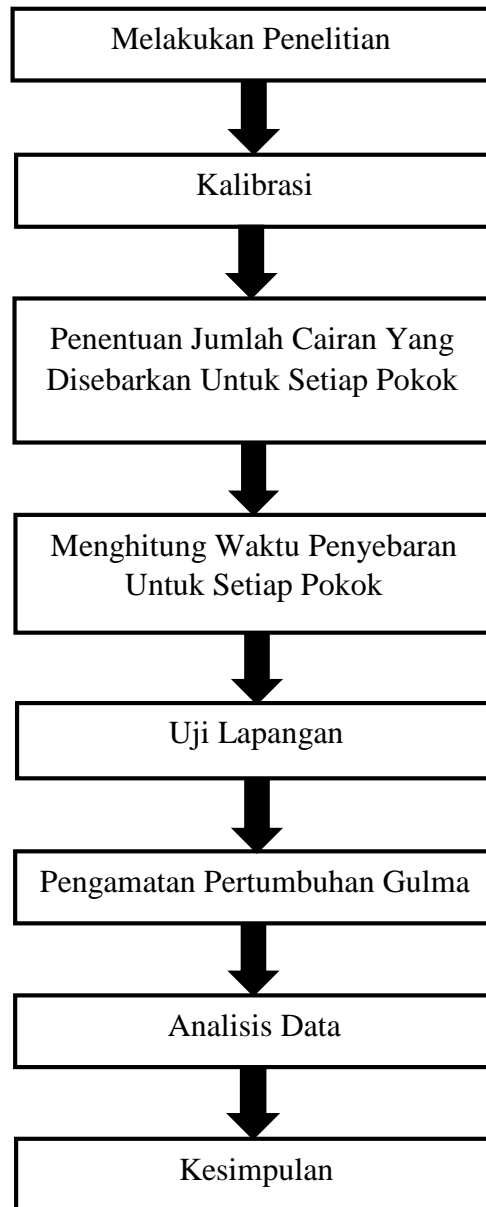
Penelitian ini akan dilaksanakan di SEAT KP2 Instiper Ungaran dilahan kelapa sawit yang terletak di Lemah Ireng, Jl. Tol Bawen-Ungaran, Krajan, Randugunting, Kec. Bergas, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah.. Yang akan dilaksanakan mulai tanggal 15 Agustus sampai dengan 6 September 2022.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :
Sprayer Elektrik, Sprayer Solar Cell, Panel Surya, Timbangan, Timer, Nozzle Lubang 4, Alat Tulis, Meteran, Kamera, Sarung Tangan, Masker, Sepatu Boots, Gelas Ukur, Ember, Air Bersih, Herbisida (Gramaxone), Gulma.

Metode Penelitian

Metodologi penelitian bertujuan untuk menyelesaikan masalah yang ada secara *terstruktur*. Berikut pembagian dari *flow chart* penelitian ditunjukkan dalam Gambar 1.



Prosedur Kerja

Prosedur kerja yang dilakukan dalam proses penelitian, yaitu:

- Menentukan ubinan areal yang ditumbuhi gulma.
- Menyiapkan alat sprayer elektrik dan sprayer solar cell.
- Menyiapkan bahan yang akan diuji.
- Membuat kotak 1 meter persegi sebanyak 6 kotak, dimana 3 kotak untuk *sprayer* elektrik dan 3 kotak untuk *sprayer solar cell* buatan.

- e. Mengambil sampel dengan mencabut gulma dengan luas 1 meter persegi.
- f. Cuci bersih dari tanah yang melekat pada gulma kemudian kering anginkan.
- g. Setelah dikering anginkan lalu gulma ditimbang dan catat hasil beratnya.
- h. Melakukan kalibrasi terhadap 40 pokok pohon yang akan disemprot, yang mana 20 untuk sprayer elektrik dan 20 untuk sprayer solar cell buatan.
- i. Menghitung waktu dan luasan ketika penelitian dilakukan.
- j. Menghitung waktu perpokok penyemprotan dari sprayer elektrik dan sprayer solar cell buatan.
- k. Menghitung cairan yang dikeluarkan untuk setiap pokok.
- l. Menimbang berat gulma basah dan kering yang telah diuji selama 3 minggu.
- m. Melakukan dokumentasi pada setiap kegiatan penelitian.

Percobaan ini bertujuan untuk efektivitas perbandingan sprayer elektrik dan sprayer solar cell buatan untuk penyemprotan gulma dengan hasil penyemprotan menggunakan herbisida gramaxone.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SEAT KP2 Instiper Ungaran dilahan kelapa sawit yang terletak di Lemah Ireng, Jl. Tol Bawen-Ungaran, Krajan, Randugunting, Kec. Bergas, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Waktu penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 15 Agustus sampai dengan 6 September 2022.

KP2 unit 1 dibawen, ungaran, luas sekitar 16,5 hektar pada ketinggian 540 Mdpl, jenis tanah latosol. Koleksi tanaman yang ada meliputi tanaman perkebunan (karet, kopi, cengkih, kakao, kelapa sawit, dan teh), tanaman hutan (jati, mahoni, sengon, suren, akasia, dan pinus), dan tanaman buah (durian, jeruk, manggis, alpukat, lengkeng, dan rambutan). Lahan sawit yang berada dikebun kp2 ungaran terbagi menjadi 2 blok yaitu sebelah selatan dan utara. Usia dari tanaman sawit tersebut dimulai dari usia 6-9 tahun dan sudah masa produksi.

Spesifikasi Alat

A. *Sprayer Solar Cell* buatan

Spesifikasi *sprayer solar cell* terdiri dari :

1. Pompa DC

Pompa Air DC merupakan jenis pompa yang menggunakan motor dc dan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Gambar pompa dc dapat dilihat dari gambar 4.1 sebagai berikut :



Gambar 4.1 Pompa DC

Tabel 1. Spesifikasi Pompa DC

Ampere	5 A
Water flows	5.5 LPM
Volt	12V DC
Max pressure	160 PSI
P x L x T	15.8x 5.8 x 5.5 cm

2. Panel Surya

Panel surya merupakan sebuah alat yang terdiri dari sel suryayang terbuat dari bahan semi konduktor yang berfungsi untuk mengubah dari tenaga surya menjadi tenaga listrik. Gambar panel surya dapat dilihat dari gambar 4.2 sebagai berikut :



Gambar 4.2 Panel Surya

Tabel 4.1 Spesifikasi Panel Surya

Peak power	20 W
Max power current	1.15 A
Max power voltage	17.6 V
P x L x T	43.3x 35.6 x 1.7 cm

3. Tangki air

Tangki air adalah sebuah kontainer untuk menyetor air. Tangki-tangki air dipakai untuk menyediakan penyeteroran air untuk dipakai dalam banyak pemakaian, air minum, pertanian irigasi, pemadaman api, pertanian, tumbuhan dan hewan, produksi kimia, pengolahan pangan serta beberapa pemakaian lainnya. Untuk kapasitas tangki pada sprayer solar cell adalah 15 liter air.

4. Nozzle

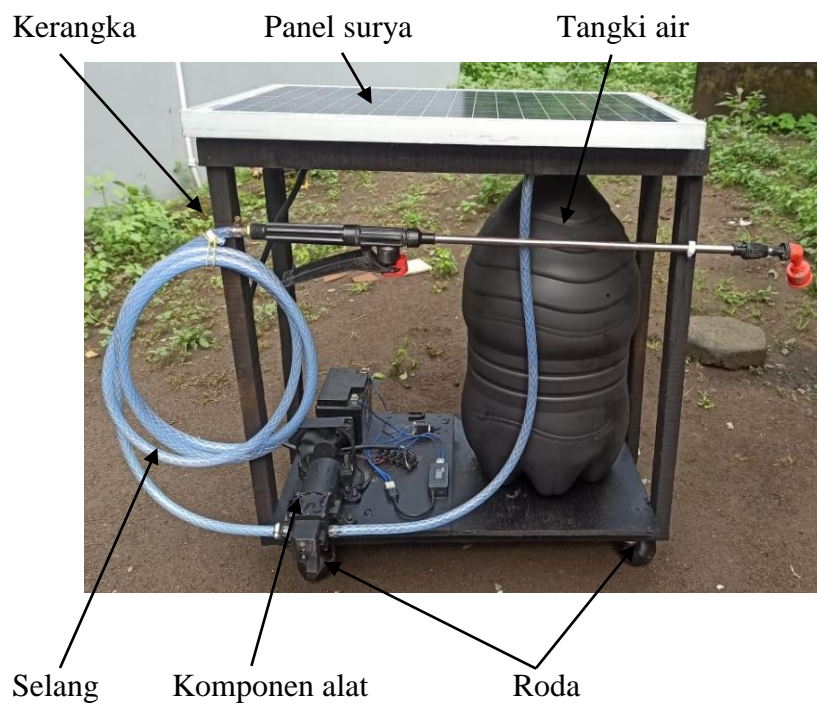
Nozzle adalah bagian yang paling ujung di sebuah rangkaian dari selang atau tabung. Bisa dikatakan nozzle merupakan pintu dalam instrumen pemipaan. Baik itu cairan atau gas dapat memanfaatkan nozzle untuk menentukan aliran yang dihasilkan. Perangkat mekanis yang satu ini sengaja diciptakan supaya aliran fluida dari ruang tertutup ke beberapa media tertentu dapat diarahkan dengan benar. Jadi secara umum, nozzle adalah komponen mekanis yang berbentuk saluran dan memiliki luas penampang bervariasi. Kecepatan fluida yang mengalir melalui nozzle ini bisa digunakan sementara sesuai dengan tekanannya. Fluida

yang mengalir melalui nozzle akan lebih cepat namun tekanan yang dihasilkan bisa saja turun.



Gambar 4.3 Nozzle lubang empat *sprayer solar cell*

5. Skema Keseluruhan Alat



Gambar 4.4 Skema Keseluruhan Alat

B. *Sprayer Elektrik*

Spesifikasi *Sprayer elektrik* terdiri dari :

1. Pompa DC

Pompa Air DC merupakan jenis pompa yang menggunakan motor dc dan

tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut. dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Pompa DC pada *sprayer elektrik* terletak didalam komponennya sehingga tidak tampak jika dilihat dari luar. Spesifikasi pompa DC dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Spesifikasi Pompa Sprayer Elektrik

Ampere	5 A
Water flows	5.5 LPM
Volt	12V DC
Max pressure	90 PSI

2. Aki

Aki adalah sebuah sela tau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik yang searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Gambar aki dapat dilihat pada gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 4.5 Aki

Tabel 4.4 Spesifikasi Aki

Volt	12 V
Ampere	4,2 A

3. Tangki air

Tangki air adalah sebuah kontainer untuk menyeter air. Tangki-tangki air dipakai untuk menyediakan penyeteran air untuk dipakai dalam banyak

pemakaian, air minum, pertanian irigasi, pemadaman api, pertanian, tumbuhan dan hewan, produksi kimia, pengolahan pangan serta beberapa pemakaian lainnya. Untuk kapasitas tangki pada sprayer solar cell adalah 15 liter air.

4. Nozzle

Nozzle adalah bagian yang paling ujung di sebuah rangkaian dari selang atau tabung. Bisa dikatakan nozzle merupakan pintu dalam instrumen pemipaan. Nozzle adalah komponen mekanis yang berbentuk saluran dan memiliki luas penampang bervariasi. Kecepatan fluida yang mengalir melalui nozzle ini bisa digunakan sementara sesuai dengan tekanannya. Fluida yang mengalir melalui nozzle akan lebih cepat namun tekanan yang dihasilkan bisa saja turun.



Gambar 4.6 Nozzle lubang empat *sprayer elektrik*

5. Skema keseluruhan alat



Gambar 4.7 Skema Keseluruhan Alat

Tabel 4.5 Spesifikasi Keseluruhan Alat

Kapasitas	15 liter
Batre	12V
Motor	90 PSI

Dari spesifikasi pada kedua alat diatas *sprayer solar cell* buatan dan *sprayer elektrik* agar mengetahui kalibrasi pada alat tersebut. Kalibrasi merupakan proses verifikasi suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi biasanya dilakukan dengan membandingkan suatu standar yang terhubung dengan standar nasional maupun internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi. Hasil dari pengujian menjadi acuan ke efektivitasan dari kedua alat *sprayer solar cell* buatan dan *sprayer elektrik* untuk pengendalian gulma.

Hasil Penelitian

Kalibrasi

Kalibrasi alat semprot dilakukan untuk mengetahui volume cairan yang dikeluarkan pada dua alat *sprayer* dengan mencari hasil dari kalibrasi penyemprotan dengan waktu 60 detik. Kalibrasi ini dilakukan 3 kali ulangan agar mendapatkan data yang baik. Setelah dilakukan kalibrasi didapatkan volume dan waktu penyemprotan yang didapat, maka dihitung debit penyemprotan menggunakan rumus :

$$Q = \frac{volume}{waktu} = \text{ml/detik}$$

Keterangan :

Q = debit penyemprotan (ml/detik)

V = volume penyemprotan (ml)

t = waktu penyemprotan (detik)

Dari hasil data yang didapat pada tabel 4.1 maka mendapatkan nilai rata-rata semprot pada alat *sprayer solar cell* buatan sebesar 1.893 ml/60 detik. Untuk mencari nilai Q atau jumlah cairan yang dikeluarkan dalam satuan detik adalah:

$$Q = \frac{1.893 \text{ ml}}{60 \text{ detik}} = 31,55 \text{ ml/detik}$$

Dari hasil data yang didapatkan pada tabel 4.1 mendapatkan nilai rata-rata volume semprot pada alat *sprayer* elektrik sebesar 1.780ml/60 detik. Untuk mencari nilai Q atau jumlah cairan yang dikeluarkan dalam satuan detik berikut:

$$Q = \frac{1.780 \text{ ml}}{60 \text{ detik}} = 29,66 \text{ ml/detik}$$

Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi *Sprayer* Elektrik Dan *Sprayer Solar Cell* Buatan

No	Ulangan	Waktu (detik)	Volume cairan (ml)	
			<i>Sprayer solar cell</i> buatan	<i>Sprayer elektrik</i>
1	1	60	1.880 ml	1.750 ml
2	2	60	1.900 ml	1.800 ml
3	3	60	1.900 ml	1.800 ml
		Rata-rata	1.893 ml	1.780 ml

Sumber: Analisis Data Primer, 2022

Penentuan jumlah larutan yang disemprotkan setiap pokok

Tabel 4.2 Standar Dosis Herbisida Pada Kemasan Anjuran

Jenis herbisida	Dosis (satuan)	SPH (pokok/ha)
Bahan aktif gramoxone	2 liter/ha	142 pokok

Sumber: Analisis Data Primer, 2022

Dosis herbisida

Dosis penyemprotan gramoxone 2 liter/ha atau dosis larutan 150 liter/ha. Sehingga jumlah larutan herbisida (Jlh) adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jlh} &= \frac{\text{dosis larutan}}{\text{SPH}} = \text{ml/pokok} \\ &= \frac{150 \text{ liter/ha}}{142 \text{ pokok/ha}} \\ &= \frac{150.000 \text{ ml/ha}}{142 \text{ pokok/ha}} \\ &= 1.056 \text{ ml/pokok} \end{aligned}$$

Keterangan :

Jlh = jumlah larutan herbisida

SPH = satuan pokok per hektar

Penentuan Waktu

Dalam penentuan waktu dilakukan agar mengetahui waktu semprot yang dibutuhkan. Sehingga bisa menentukan berapa waktu yang dibutuhkan untuk target yang dihasilkan.

1. Prestasi kerja (KA) teoritis pada alat *sprayer solar cell* buatan

Rumus:

$$t = \frac{Jlh}{Q} = \text{detik/pokok}$$
$$= \frac{1.056 \text{ ml/pokok}}{31,60 \text{ ml/detik}} = 33,41 \text{ detik/pokok}$$

Jika waktu semprot per 20 pokok adalah

$$= 20 \text{ pokok} \times 33,41 \text{ detik/pokok}$$

$$= 668,2 \text{ detik}$$

$$= 11,13 \text{ menit}$$

Keterangan :

t = waktu (detik)

Jlh = jumlah larutan herbisida (ml/pokok)

Q = debit (ml/detik)

$$\text{Rumus: } \frac{\text{luas semprot (ha)}}{\text{waktu semprot (jam)}}$$

Jumlah pokok semprot: 20 pokok

SPH = 142 pokok/ha

Waktu semprot: 11,15 menit/20 pokok

$$KA = \frac{20 \text{ pokok}}{142 \text{ SPH}}$$
$$= \frac{0,140 \text{ ha}}{0,185 \text{ jam}}$$
$$= 0,75 \text{ ha/jam}$$

2. Prestasi kerja (KA) teoritis pada alat *sprayer elektrik*

Rumus:

$$t = \frac{Jlh}{Q} = \text{detik/pokok}$$
$$= \frac{1.056 \text{ ml/pokok}}{29,66 \text{ ml/detik}} = 35,60 \text{ detik/pokok}$$

Jika waktu semprot per 20 pokok adalah

$$= 20 \text{ pokok} \times 35,60 \text{ detik/pokok}$$

$$= 712 \text{ detik}$$

$$= 11,8 \text{ menit}$$

Keterangan:

t = waktu (detik)

Jlh = jumlah larutan herbisida (ml/pokok)

Q = debit (ml/detik)

$$\text{Rumus : } \frac{\text{luas semprot (ha)}}{\text{waktu semprot (jam)}}$$

Jumlah pokok semprot: 20 pokok

SPH = 142 pokok/ha

Waktu semprot: 11,8 menit/20pokok

$$\begin{aligned} \text{KA} &= \frac{20 \text{ pokok}}{142 \text{ SPH}} \\ &= \frac{0,140 \text{ ha}}{0,196 \text{ jam}} \\ &= 0,71 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Penentuan Waktu *Sprayer solar cell* buatan Dan *Sprayer elektrik* Untuk Setiap Pokok

No	Keterangan	<i>Sprayer solar cell</i> buatan	<i>Sprayer elektrik</i>
1	K (debit)	1. 1.880 ml 2. 1.900 ml 3. 1.900 ml	1. 1.750 ml 2. 1.800 ml 3. 1.800 ml
	Rata-rata	1.893 ml	1.780 ml
2	JCP (ml/detik)	1.056ml/detik	1.056ml/detik
3	TP (ml/detik)	0,557 ml/detik	0,593 ml/detik

Sumber: Analisis Data Primer, 2022

Dari hasil perhitungan penentuan waktu didapatkan hasil jumlah cairan perpokok yaitu kelajuan (debit) dilakukan 3 kali pengulangan pada *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik* dan didapatkan rata-rata debit dari *sprayer solar cell* 1.893 ml dan *sprayer elektrik* 1.780 ml. Kemudian jumlah cairan perpokok dibagi dengan debit didapatkan waktu penyemprotan dari alat *sprayer solar cell* buatan didapatkan hasil yaitu 0,557 ml/detik. Dan dari penentuan waktu pada *sprayer elektrik* yaitu 0,593 ml/detik.

Hasil Pengujian Lapangan

Pada pengujian alat *sprayer* didapatkan nilai pada kedua alat *sprayer* elektrik dan *sprayer solar cell* buatan.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Lapangan

No	Perlakuan	Jumlah pokok (luasan)	Waktu (menit)	Jumlah larutan yang dikeluarkan		Prestasi kerja(KA)			
				Aktual	Teoritis	Aktual		Teoritis	
						(T)	KA	(T)	KA
1	<i>Sprayer solar cell</i> buatan	20 pokok (0,140 ha)	11,26	24.000	21.120	0,191	0,73	0,191	0,75
			11,50	33.000					
			11,70	38.000					
			Rata-rata	11,48					
2	<i>Sprayer elektrik</i>	20 pokok (0,140 ha)	12,06	23.000	21.120	0,207	0,67	0,207	0,71
			12,50	26.000					
			12,86	33.000					
			Rata-rata	12,47					

Sumber: Analisis Data Primer, 2022

Keterangan :

T = Waktu

KA = Kapasitas kerja

Pada pengujian lapangan penyemprotan dilakukan pada gawangan pokok kelapa sawit dengan luasan diameter 1 meter pada setiap pokok yang dilakukan pada saat penelitian. Dengan jarak nozzle dari atas tanah dan sebaran *droplet* luasan diameter nozzle 50 cm. dan kelajuan jalan pada saat penyemprotan 10 km/jam tidak diperlambat dan juga tidak dipercepat. Hasil dari data pengujian lapangan pada tabel 4.6 diatas didapatkan nilai waktu rata-rata *sprayer solar cell* buatan sebesar 11,48 menit/20 pokok dan nilai waktu rata-rata *sprayer* elektrik 12,47 menit/20 pokok. Untuk jumlah larutan yang dikeluarkan pada alat *sprayer solar cell* buatan sebesar 31.800 ml/20 pokok. Sedangkan larutan yang dikeluarkan alat. *Sprayer* elektrik sebesar 27.333 ml/20pokok.

Tabel 4.4.2 Ketepatan Dosis Penyebaran

No	Perlakuan	Aktual (20 pokok)	Teoritis (20 pokok)	Keterangan
1	<i>Sprayer solar cell</i>	31.800 ml	21.120 ml	Kelebihan larutan herbisida
2	<i>Sprayer elektrik</i>	27.333 ml	21.120 ml	Kelebihan larutan herbisida

Sumber : Analisis Data Primer, 2022

Hasil dari data dilapangan yang telah diuraikan terlihat tidak sesuai dengan dosis dengan anjuran pada kemasan. Adapun yang penyebab membedakan data yang dilakukan dilapangan adalah penyemprotan dilakukan pada perlakuan 20 pokok kelapa sawit pada kedua alat *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik* dikarenakan penyemprotan tidak hanya perpokok tetapi dengan penyemprotan piringan dan pasar pikul sehingga dosis atau larutan aktual lebih besar dari teoritis.

Analisis Hasil Rata-Rata Pengujian Lapangan

1. Prestasi kerja (KA) aktual pada alat *sprayer solar cell* buatan

$$\text{Rumus: } \frac{\text{luas semprot (ha)}}{\text{waktu semprot (jam)}}$$

Jumlah pokok semprot: 20 pokok

SPH = 142 pokok/ha

Waktu semporot: 11,48 menit/20 pokok

$$\begin{aligned} \text{KA} &= \frac{20 \text{ pokok}}{142 \text{ SPH}} \\ &= \frac{0,140 \text{ ha}}{0,191 \text{ jam}} = 0,73 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

2. Prestasi kerja (KA) aktual pada alat *sprayer elektrik*

$$\text{Rumus: } \frac{\text{luas semprot (ha)}}{\text{waktu semprot (jam)}}$$

Jumlah pokok semprot: 20 pokok

SPH = 142 pokok/ha

Waktu semporot: 12,47 menit/20 pokok

$$\text{KA} = \frac{20 \text{ pokok}}{142 \text{ SPH}}$$

$$= \frac{0,140 \text{ ha}}{0,207 \text{ jam}} = 0,67 \text{ ha/jam}$$

3. Efisiensi kerja penyemprotan *sprayer solar cell* buatan

$$\text{Rumus: } \frac{KA \text{ aktual}}{KA \text{ teoritis}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,73 \text{ ha/jam}}{0,75 \text{ ha/jam}} \times 100\%$$

$$= 97,33 \%$$

4. Efisiensi kerja penyemprotan *sprayer* elektrik

$$\text{Rumus : } \frac{KA \text{ aktual}}{KA \text{ teoritis}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,67 \text{ ha/jam}}{0,71 \text{ ha/jam}} \times 100\%$$

$$= 94,36 \%$$

5. Larutan per pokok pada alat *sprayer solar cell* buatan

$$= \frac{Jlk \text{ (ml)}}{20 \text{ pokok}}$$

$$= \frac{31.800 \text{ ml}}{20 \text{ pokok}}$$

$$= 1.590 \text{ ml/pokok}$$

6. Larutan per pokok pada alat *sprayer* elektrik

$$= \frac{Jlk \text{ (ml)}}{20 \text{ pokok}}$$

$$= \frac{27.333 \text{ ml}}{20 \text{ pokok}}$$

$$= 1.366,65 \text{ ml/pokok}$$

Keterangan:

Jlk = Jumlah larutan yang dikeluarkan (ml)

Maka dari hasil data di lapangan yang telah diuraikan terlihat perbedaan yang tidak sesuai dengan dosis yang dianjurkan pada kemasan. Adapun penyebab terjadinya karena pada saat penyemprotan dari kedua alat yaitu *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik* pekerja hanya melakukan penyemprotan seperti biasanya, tidak ada diperlambat atau dipercepat saat penyemprotan *sprayer*.

Analisis Biaya Pengaplikasian

Analisis biaya dihitung dari kebutuhan kerja dalam penyemprotan, biaya yang dimaksud ialah harga herbisida, biaya tetap (Tfc) dan biaya tidak tetap (Tvc).

Biaya tetap (Fixed cost) pertahun

1. Biaya penyusutan *sprayer solar cell* buatan

$$\begin{aligned} Pe &= \frac{P - S}{N} = \dots \text{ (Rp/jam)} \\ &= \frac{400.000 - 40.000}{43.200 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp } 8.333/\text{jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

Pe : Besarnya biaya penyusutan (Rp/jam)

P : Nilai investasi pembuatan pabrik (Rp)

S : Nilai akhir dari investasi (biasanya diasumsikan besarnya 10% dari nilai investasi (RNAM 1979), (Rp)

N : Umur ekonomi dalam (jam) (5 tahun) (43.200 jam)

2. Biaya penyusutan *sprayer* elektrik

$$\begin{aligned} Pe &= \frac{P - S}{N} = \dots \text{ (Rp/jam)} \\ &= \frac{450.000 - 45.000}{43.200 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp } 9.375/\text{jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

Pe : Besarnya biaya penyusutan (Rp/jam)

P : Nilai investasi pembuatan pabrik (Rp)

S : Nilai akhir dari investasi (biasanya diasumsikan besarnya 10% dari nilai investasi (RNAM 1979), (Rp)

N : Umur ekonomi dalam (jam) (5 tahun) (43.200 jam)

3. Bunga modal *sprayer solar cell* buatan

$$\begin{aligned} Bm &= \frac{r}{100} \times \frac{P + S}{2} = \dots \text{ Wt} \\ &= 3,50\% \times \frac{400.000 + 40.000}{2} / 2.496 \text{ jam/tahun} \\ &= 3,50\% \times \text{Rp } 210.000 \\ &= \frac{\text{Rp } 7.350}{2.496 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp } 2,94/\text{jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

Bm : Bunga modal (Rp/jam)

r : Tingkat suku bunga pertahun yang berlaku

wt : Jam kerja per tahun (jam/th)

jkt : jam kerja pertahun (8 jam/hari x 26 hari/bulan x 12 bulan/tahun = 2.496 jam/tahun)

4. Bunga modal *sprayer* elektrik

$r = 3,50\%$, sumber: Bank Indonesia(BI, 2022)

$$\begin{aligned} Bm &= \frac{r}{100} \times \frac{P+S}{2} / \text{jam kerja sprayer(jam/tahun)} \\ &= 3,50\% \times \frac{450.000+ 45.000}{2} / 2.496 \text{ jam/tahun} \\ &= 3,50\% \times \text{Rp } 247.500 \\ &= \frac{\text{Rp } 8.662}{2.496 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp } 3,47/\text{jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

Bm : Bunga modal (Rp/jam)

r : Tingkat suku bunga pertahun yang berlaku

wt : Jam kerja per tahun (jam/th)

jkt : jam kerja pertahun (8 jam/hari x 26 hari/bulan x 12 bulan/tahun = 2.496 jam/tahun)

5. Total biaya tetap *sprayer solar cell* buatan

$$\begin{aligned} \text{TBT} &= B_s + B_m \\ &= \text{Rp } 8.333 + \text{Rp } 2,94 \\ &= \text{Rp } 8.335,94/\text{jam} \end{aligned}$$

6. Total biaya tetap *sprayer* elektrik

$$\begin{aligned} \text{TBT} &= B_s + B_m \\ &= \text{Rp } 9.375 + \text{Rp } 3,47 \\ &= \text{Rp } 9.378,47/\text{jam} \end{aligned}$$

Biaya Tidak Tetap (Variable Cost)

1. Biaya Bahan Herbisida *Sprayer solar cell* buatan

$$\text{Biaya bahan herbisida} = \frac{\text{larutan (liter)}}{\text{waktu penyemprotan (jam)}} \times \text{Rp } 120.000$$

$$\begin{aligned} B_{bh} &= \frac{31,800 \text{ liter}}{0,191 \text{ jam}} \times \text{Rp } 120.000/\text{liter} \\ &= \text{Rp } 19,979/\text{jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

Bbh = biaya bahan herbisida Rp /liter

2. Biaya Bahan Herbisida *Sprayer* elektrik

$$\text{Biaya bahan herbisida} = \frac{\text{larutan (liter)}}{\text{waktu penyemprotan (jam)}} \times \text{Rp } 120.000$$

$$\text{Bbh} = \frac{27,333 \text{ liter}}{0,207 \text{ jam}} \times \text{Rp } 120.000/\text{liter}$$

$$= \text{Rp } 15.845/\text{jam}$$

Keterangan : Bbh = biaya bahan herbisida Rp /liter

3. Biaya Upah Tenaga *Sprayer solar cell* buatan

UMR = Rp 2.153.9400/bulan (sumber: Yogyakarta 2022)

Jkb = jam kerja per bulan (8 jam/hari x 26 hari/bulan = 208 jam/bulan)

$$\text{upah tenaga} = \frac{\text{UMR}}{\text{jam kerja}}$$

$$\text{upah tenaga} = \frac{\text{Rp } 2.153.970/\text{bulan}}{208 \text{ jam/bulan}}$$

$$= \text{Rp } 10.355/\text{jam}$$

Keterangan : Jkb = jam kerja per bulan

4. Biaya Upah Tenaga *Sprayer* elektrik

UMR = Rp 2.153.940 /bulan (sumber: Yogyakarta 2022)

Jkb = jam kerja per bulan (8 jam/hari x 26 hari/bulan = 208 jam/bulan)

$$\text{upah tenaga} = \frac{\text{UMR}}{\text{jam kerja}}$$

$$\text{upah tenaga} = \frac{\text{Rp } 2.153.940}{208 \text{ jam/bulan}}$$

$$= \text{Rp } 10.355/\text{jam}$$

Keterangan : Jkb = jam kerja per bulan

5. Biaya energi (Be) *Sprayer solar cell* buatan

baterai : 12 volt 8 ampere, harga pengisian daya = Rp 10.000,00

$$\text{Bb} = \frac{\text{Rp } 10.000,00}{\text{jam kerja/hari}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 10.000,00}{8 \text{ jam/hari}}$$

$$= \text{Rp } 1.250/\text{jam}$$

Keterangan:

Be = biaya energy

6. Biaya energi (Be) *Sprayer* elektrik

baterai : 12 volt 8 ampere, harga pengisian daya *sprayer solar cell* buatan Rp 10.000,00

$$\begin{aligned} B_b &= \frac{Rp\ 10.000,00}{jam\ kerja/hari} \\ &= \frac{Rp\ 10.000,00}{8\ jam/hari} \\ &= Rp\ 1.250/jam \end{aligned}$$

Keterangan:

Be = biaya energi

7. Biaya Pemeliharaan dan perbaikan *sprayer solar cell*

$$\begin{aligned} B_p &= \frac{m}{100} \times p = \dots Wt \\ P &= Rp\ 400.000 \\ B_p &= \frac{5\%/tahun \times Rp\ 400.000}{2.496\ jam/tahun} \\ &= \frac{Rp\ 2.000.000}{2.496\ jam/tahun} \\ &= Rp\ 801,2/jam \end{aligned}$$

Keterangan :

Bp : biaya pemeliharaan dan perbaikan (Rp/jam)

m : Nilai % pemeliharaan dan perbaikan yang diasumsikan besarnya 5% tahun menurut RNAM

Perhitungan keseluruhan dari total fixed cost (Tfc)

8. Biaya Pemeliharaan dan perbaikan *sprayer* elektrik

$$\begin{aligned} B_p &= \frac{m}{100} \times p = \dots Wt \\ P &= Rp\ 450.000 \\ B_p &= \frac{5\%/tahun \times Rp\ 450.000}{2.496\ jam/tahun} \\ &= \frac{Rp\ 2.250.000}{2.2496\ jam/tahun} \\ &= Rp\ 901,4/jam \end{aligned}$$

Keterangan :

Bp : biaya pemeliharaan dan perbaikan (Rp/jam)

9. Total Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*) *sprayer solar cell*

$$\begin{aligned} \text{TVC} &= \text{Bbh} + \text{upah tenaga} + \text{Be} + \text{Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan} \\ &= \text{Rp } 15.845/\text{jam} + \text{Rp } 10.355/\text{jam} + \text{Rp } 1.250 /\text{jam} + \text{Rp } 801,28/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 28.251,28/\text{jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

TVC = Total *Variable cost*

Bbh = biaya bahan herbisida

Be = biaya energi

10. Total Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*) *sprayer* elektrik

$$\begin{aligned} \text{TVC} &= \text{Bbh} + \text{upah tenaga} + \text{Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan} \\ &= \text{Rp } 15.845/\text{jam} + \text{Rp } 10.355/\text{jam} + \text{Rp } 901,44/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 27.101,44/\text{jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

TVC = Total *Variable cost*

Bbh = Biaya bahan herbisida

Be = Biaya energy

Biaya Operasi *Sprayer*

a. Biaya Operasi (Rp/Jam) *Sprayer solar cell* buatan

$$\begin{aligned} &= \text{biaya tetap (Rp/jam)} + \text{biaya Tidak tetap (Rp/jam)} \\ &= \text{Rp } 9.137/\text{jam} + \text{Rp } 28.251,28/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 37.388,28/\text{jam} \end{aligned}$$

b. Biaya Operasi (Rp/Jam) *Sprayer* elektrik

$$\begin{aligned} &= \text{biaya tetap (Rp/jam)} + \text{biaya Tidak tetap (Rp/jam)} \\ &= \text{Rp } 10.279/\text{jam} + \text{Rp } 27.101,44/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 37.380,44/\text{jam} \end{aligned}$$

c. Biaya Operasi Pengendalian Gulma (Rp/Ha) *sprayer solar cell* buatan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{biaya operasi (Rp/jam)}}{\text{prestasi kerja (ha/jam)}} \\ &= \frac{\text{Rp } 37.388,28\text{jam}}{0,73 \text{ ha/jam}} \\ &= \text{Rp } 51.216,82/\text{ha} \end{aligned}$$

d. Biaya Operasi Pengendalian Gulma (Rp/Ha) *Sprayer* elektrik

$$= \frac{\text{biaya operasi (Rp/jam)}}{\text{prestasi kerja (ha/jam)}}$$

$$= \frac{\text{Rp 37.380,44jam}}{0,67 \text{ ha/jam}}$$

$$= \text{Rp 55.791,70/ha}$$

Tabel 4.7.1 Hasil Perhitungan Biaya Penyemprotan

No	Keterangan	Uraian Biaya	Jenis <i>Sprayer</i>	
			<i>Sprayer solar cell</i> buatan	<i>Sprayer</i> elektrik
1	Biaya tetap total	Biaya penyusutan (Rp/jam)	Rp 8.333/jam	Rp 9.375/jam
		Biaya bunga modal (Rp/jam)	Rp 2,94/jam	Rp 3,47/jam
		TFC (total fixed cost (Rp/jam)	Rp 8.335,94 /jam	Rp 9,378,47 /jam
2	Biaya variable total	Biaya herbisida (Rp/jam)	Rp 19,979 /jam	Rp 15.845 /jam
		Upah tenaga (Rp/jam)	Rp 10.356 /jam	Rp 10.356 /jam
		Biaya pemeliharaan	Rp 801,2/jam	Rp 901,4/jam
		Biaya energi	Rp 1.250/jam	Rp 1.250/jam
3	Tota biaya tidak tetap (TVC) [1+2+3] (Rp/jam)		Rp 28.251,28 /jam	Rp 27.101,44 /jam
4	Prestasi kerja (KA) (Ha/jam)		0,73 ha/jam	0,67 ha/jam
5	Biaya operasi (Rp/ha)		Rp 37.388 /ha	37.388 /ha

Sumber: Analisis Data Primer, 2022

Weeding Index (Penyiangan Gulma)

Tabel. 4.8.1 Hasil Perhitungan Penyiangan Gulma

No	Perlakuan	Ulangan	Wb (kg/m ²)	Wa (kg/m ²)	Wi (%)	Rata-rata (%)
1	<i>Sprayer</i>	1	1,480	0,034	0,97	97%
	<i>solar cell</i>	2	1,505	0,041	0,97	
	buatan	3	1,564	0,046	0,97	
2	<i>Sprayer</i>	1	1,540	0,030	0,98	97%
	<i>elektrik</i>	2	1,550	0,037	0,97	
		3	1,655	0,042	0,96	

Sumber: Analisis Data Primer, 2022

a. Perhitungan penyiangan pada *sprayer solar cell* buatan

$$\text{Rumus : } Wi = \frac{Wb - Wa}{Wb} \times 100\%$$

1. Ulangan 1

$$Wi = \frac{1,480 - 0,034}{1,480} \times 100\% \\ = 0,97\%$$

2. Ulangan 2

$$Wi = \frac{1,505 - 0,041}{1,505} \times 100\% \\ = 0,97\%$$

3. Ulangan 3

$$Wi = \frac{1,564 - 0,046}{1,464} \times 100\% \\ = 0,97\%$$

$$\text{Rata-rata} = Wi = \frac{0,97\% + 0,97\% + 0,97\%}{3} \\ = 0,97\%$$

b. Perhitungan penyiangan *sprayer solar cell* buatan

a. Ulangan 1

$$Wi = \frac{1,540 - 0,030}{1,540} \times 100\% \\ = 0,98\%$$

b. Ulangan 2

$$W_i = \frac{1,550 - 0,037}{1,550} \times 100\% \\ = 0,97\%$$

c. Ulangan 3

$$W_i = \frac{1,655 - 0,042}{1,655} \times 100\% \\ = 0,97\%$$

$$\text{Rata-rata} = W_i = \frac{0,98\% + 0,97\% + 0,97\%}{3} \\ = 0,97\%$$

Tingkat Kematian Gulma

Mengetahui tingkat kematian gulma pada minggu pertama penyemprotan hingga minggu ke-3 setelah penyemprotan dengan dilakukan pengontrolan setiap minggunya. Dimulai dari sebelum penyemprotan hingga setelah penyemprotan. Pengamatan bertujuan untuk mengetahui hasil pengendalian gulma pada pengujian lapangan yang menggunakan kedua alat *sprayer*, yang menggunakan bahan aktif gramoxone.

1. Sebelum penyemprotan

Berikut kerapatan pertumbuhan gulma yang akan dilakukan penyemprotan dengan menggunakan dua jenis alat yaitu *sprayer solar cell* buatan dan *sprayer* elektrik.



Gambar 4.1 Kerapatan gulma sebelum dilakukan penyemprotan
sprayer solar cell buatan (atas) dan *sprayer elektrik* (bawah)

2. Minggu pertama setelah dilakukan penyemprotan

Dari pengamatan gulma setelah dilakukan penyemprotan dengan menggunakan *sprayer elektrik* dan *sprayer solar cell* dapat dilihat pada gambar dibawah. Pada ubinan terlihat warna gulma sudah mengalami perubahan yaitu terlihat berwarna cokelat dan tampak mulai mengering.



Gambar 4.2 Keadaan Gulma Pada Minggu Pertama Setelah Disemprot.
Sprayer Solar Cell Buatan (Atas) *Sprayer Elektrik* (Bawah)

3. Minggu kedua setelah dilakukan penyemprotan

Pada minggu kedua pengamatan pertumbuhan gulma dapat dilihat keadaan gulma yang menunjukkan semakin banyak rumput yang telah berubah warna yang menunjukkan bahwa rumput telah mengering setelah dilakukan penyemprotan dengan menggunakan *sprayer solar cell* dan *sprayer elektrik*.



Gambar 4.3 Keadaan Gulma Pada Minggu Kedua Setelah Penyemprotan *Sprayer Solar Cell* Buatan (Atas) *Sprayer* Elektrik (Bawah)

4. Minggu ketiga setelah dilakukan penyemprotan

Pada pengamatan pertumbuhan gulma minggu ketiga dapat dilihat pada gambar yang menunjukkan rumput yang telah disemprot menggunakan sprayer elektrik dan sprayer solar cell buatan telah kering merata. Ini menunjukkan bahwa dari kedua alat dapat bekerja efektif menyebarkan herbisida secara merata pada gulma tersebut. Akan tetapi pada minggu ketiga ini terlihat adanya pertumbuhan gulma yang baru sehingga dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan gulma akan terjadi pada minggu ketiga setelah dilakukan penyemprotan herbisida pada gulma atau tanaman tersebut. Berikut adalah gambar dari pengamatan gulma pada minggu ketiga.





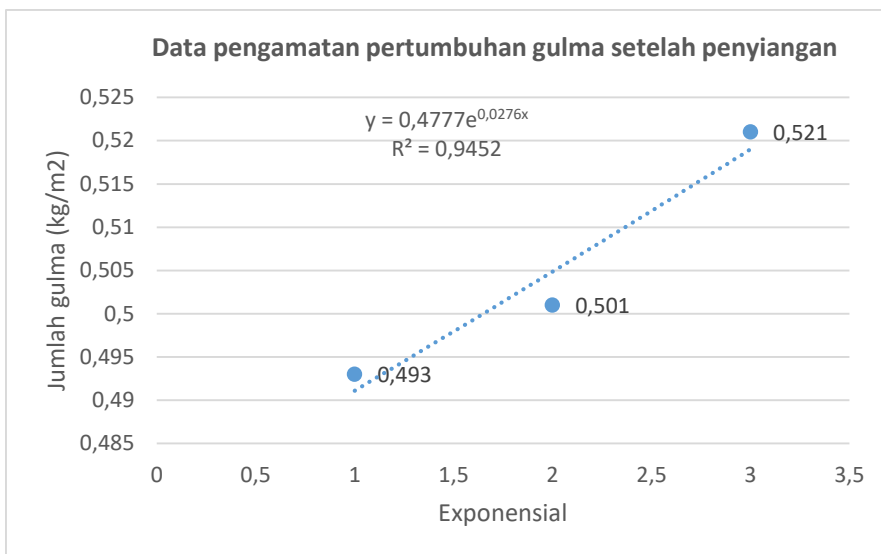
Gambar 4.4 Keadaan Gulma Pada Minggu Ketiga Setelah Disemprot.
Sprayer solar cell buatan (Atas) *Sprayer elektrik* (Bawah)

Tabel pengamatan gulma

Tabel 4.9.1 Pengamatan Pertumbuhan Gulma Setelah Penyiangan

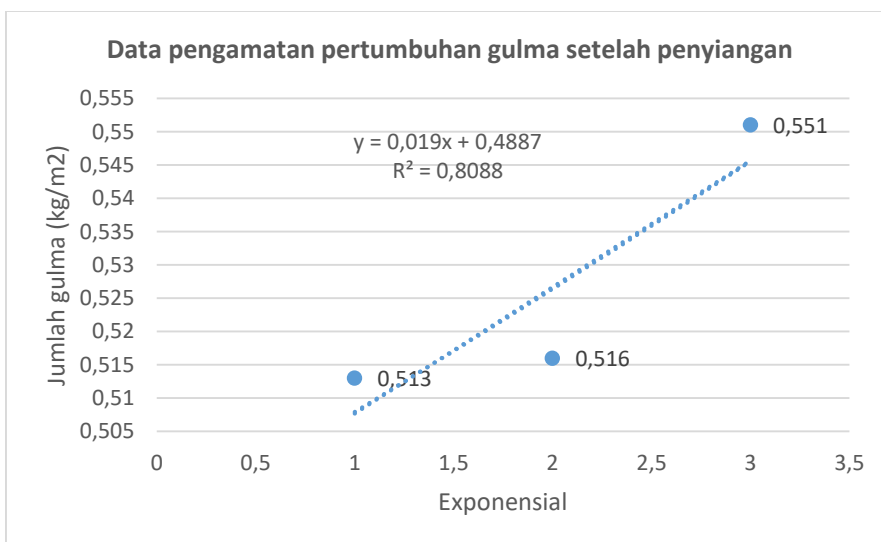
No	Perlakuan	Ulangan	Minggu 1 (kg/m ²)	Minggu 2 (kg/m ²)	Minggu 3 (kg/m ²)
1.	<i>Sprayer solar cell</i>	1	0,365	0,354	0,450
		2	0,520	0,520	0,556
		3	0,655	0,676	0,649
	Rata-rata		0,513	0,516	0,551
2.	<i>Sprayer elektrik</i>	1	0,365	0,354	0,450
		2	0,520	0,520	0,556
		3	0,655	0,676	0,649
	Rata-rata		0,513	0,516	0,551

Sumber: Analisis Data Primer, 2022



Sumber : Analisis Data Primer, 2022

Gambar 4.1 Grafik Pengamatan Pertumbuhan Gulma *Sprayer Solar Cell*



Sumber: Analisis Data Primer, 2022

Gambar 4.2 Grafik Pengamatan Pertumbuhan Gulma *Sprayer Elektrik*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil kalibrasi pengulangan tiga kali pada *sprayer* elektrik dan *sprayer solar cell* didapatkan rata-rata dari masing-masing *sprayer* yaitu *sprayer elektrik* 1.780 ml/60 detik dan *sprayer solar cell* 1.893 ml/60 detik. Dari perhitungan waktu pada *sprayer solar cell* didapatkan hasil 11,15 menit/20 pokok kelapa sawit dan prestasi kerja teoritis pada alat *sprayer solar cell* adalah 0,75 ha/jam. Dari perhitungan penentuan waktu didapatkan hasil dari alat *sprayer* elektrik yaitu 11,8 menit/20 pokok kelapa sawit dan prestasi kerja teoritis pada *sprayer* elektrik adalah 0,71 ha/jam.
2. Besarnya biaya tetap pada *sprayer solar cell* yaitu biaya penyusutan Rp 8.333/jam, bunga modal sebesar 2,94/jam, pemeliharaan dan perbaikan sebesar Rp 801,28/jam. Besarnya biaya tetap pada *sprayer* elektrik yaitu biaya penyusutan sebesar Rp 9.375/jam, bunga modal sebesar Rp 3,47/jam, pemeliharaan dan perbaikan sebesar Rp 901,442/jam. Dan biaya operasi pada *sprayer solar cell* Rp 37.388/jam dan biaya pengendalian gulma sebesar Rp 51.216/ha. Biaya operasi pada *sprayer* elektrik yaitu sebesar Rp 37.380/jam dan biaya pengendalian gulma sebesar Rp 55.791/ha.
3. Hasil rata-rata perhitungan penyiangan gulma pada *sprayer solar cell* didapatkan *weeding index* sebesar 97%, dan hasil rata-rata perhitungan penyiangan gulma pada *sprayer elektrik* didapatkan *weeding index* sebesar 97%.
4. Dari penelitian ini dengan membandingkan dua alat yaitu *sprayer solar cell* buatan dan *sprayer elektrik*, *sprayer elektrik* lebih baik daripada *sprayer solar cell* buatan karena dari ketepatan dosis penyebaran teoritis 21.120 ml pada *sprayer solar cell* buatan aktual 31.800 ml dan *sprayer elektrik* aktual 27.333 ml sehingga *sprayer solar cell* buatan lebih boros daripada *sprayer elektrik*.

Saran

Pada penelitian ini disarankan untuk lebih mengembangkan alat *sprayer solar cell* dan dilakukan pengujian gulma pada kebun yang berbeda agar dapat mengetahui efektivitas pada *sprayer solar cell* buatan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Khadir., 2005. Kinerja Pompa Air DC Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya.
- Anonim. 2008. Alat Pemeliharaan Tanaman Revisi SNI 02- 00501994. Badan Standarisasi Nasional.
- BSNI., 2008. Alat Pemeliharaan Tanaman Sprayer Gendong Semi Otomatis Unjuk Kerja dan Metode Uji.
- Eren., 2007. Uji Kerja Panel Surya. Jakarta (ID): Erlangga. Forque, D.
- Hanum, C. 2008. Teknik Budidaya Tanaman Jilid 1. Jakarta: Buku Sekolah Elektronik.
- Kwok, K. Ng. 1995. Complete Guide to Semiconductor Device, McGraw-Hill.
- M. Rahman and M. Yamin, "Modifikasi Nosel pada Sistem Penyemprotan untuk Pengendalian Gulma Menggunakan Sprayer Gendong Elektrik.
- Pahan, I. 2008. Panduan Lengkap Kelapa Sawit, Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir.
- Rahman, M. N., dan Yamin, Mad. 2014. Modifikasi nosel pada sistem penyemprotan untuk pengendalian gulma menggunakan sprayer gendong elektrik.
- Santhiarsa, I. G. N. N., dan Kusuma, I. G. B. W. 2005. Kajian Energi Surya untuk Pembangkit Tenaga Listrik.