



ANALISIS KINERJA NOZZLE APLIKASI HERBISIDA PADA BERBAGAI FASE PERTUMBUHAN KELAPA SAWIT

SAHAT MARULITUA MANURUNG



**TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PRODUKSI PERKEBUNAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR 2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Analisis Kinerja *Nozzle* Aplikasi Herbisida pada Berbagai Fase Pertumbuhan Kelapa Sawit” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Sahat Marulitua Manurung
J016221100



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

SAHAT MARULITUA MANURUNG. Analisis Kinerja *Nozzle* Aplikasi Herbisida pada Berbagai Fase Pertumbuhan Kelapa Sawit. Dibimbing oleh MUHAMMAD IQBAL NURULHAQ.

Pemilihan *nozzle* yang tepat menentukan efektivitas pengendalian gulma secara kimiawi di perkebunan kelapa sawit. Penelitian ini menganalisis kinerja tiga *nozzle* (*blue cone/N1*, *orange flat fan/N2*, *adjustable black cone/N3*) pada fase TBM, TMM, dan TMT serta dampak ekonomi dan lingkungannya. Rancangan tersarang digunakan dengan 27 unit percobaan. Parameter meliputi karakteristik *droplet* (*water sensitive paper*), mortalitas visual 3 HSA, dinamika kehijauan (GLI), dan biaya aplikasi. N1 dan N2 menghasilkan *droplet medium* (VMD 320,40 μm dan 238,67 μm), N3 *fine* (230,40 μm) dengan *drift-prone* $<0,01\%$. N2 unggul dalam *coverage* (26,50%) dan *uniformity* (17,82%). Tidak ada perbedaan mortalitas antar *nozzle* ($p>0,05$), namun fase berpengaruh signifikan ($p=0,0043$). N2 paling ekonomis (Rp321.579/ha, efisiensi Rp56.718/% penurunan GLI) dan direkomendasikan untuk semua fase.

Kata kunci: *droplet*, glufosinate, gulma, *nozzle*

ABSTRACT

SAHAT MARULITUA MANURUNG. Performance Analysis of Herbicide Application *Nozzles* at Various Growth Phases of Oil Palm. Supervised by MUHAMMAD IQBAL NURULHAQ.

Proper *nozzle* selection determines chemical weed control effectiveness in oil palm plantations. This study analyzed three *nozzles* (*blue cone/N1*, *orange flat fan/N2*, *adjustable black cone/N3*) across TBM, TMM, and TMT phases, including economic and environmental impacts. A nested design with 27 plots was used. Parameters included droplet characteristics (Water Sensitive Paper–ImageJ), visual mortality at 4 DAA, greenness dynamics (GLI), and application costs. N1 and N2 produced Medium droplets (VMD 320.40 μm and 238.67 μm), N3 Fine (230.40 μm) with *drift-prone* $<0.01\%$. N2 excelled in *coverage* (26.50%) and *uniformity* (17.82%). No mortality differences among *nozzles* ($p>0.05$) were found, but phase significantly affected greenness reduction ($p=0.0043$). N2 was most economical (Rp321,579/ha, cost efficiency Rp56,718/% GLI reduction) and is recommended for all phases.

Keywords: *droplets*, glufosinate, *nozzle*, weeds



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

©Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS KINERJA NOZZLE APLIKASI HERBISIDA PADA BERBAGAI FASE PERTUMBUHAN KELAPA SAWIT

SAHAT MARULITUA MANURUNG

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan

**TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PRODUKSI PERKEBUNAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr. Undang, S.P., M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

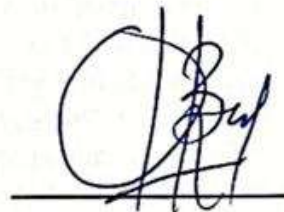
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Laporan Akhir : Analisis Kinerja *Nozzle* Aplikasi Herbisida pada Berbagai Fase Pertumbuhan Kelapa Sawit

Nama : Sahat Marulitua Manurung
NIM : J0416221100

Disetujui oleh

Pembimbing:
Muhammad Iqbal Nurulhaq, S.P. M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Merry Gloria Meliala, S.P. M.Si
NIP 198810122019032020



Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M. T.
NIP 196607171992031003



Tanggal Ujian: 21 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian dilaksanakan bulan Februari 2026 sampai bulan Mei 2026 dengan lokasi PT Guthrie, Napal Estate, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Topik penelitian ini ialah pengendalian gulma, dengan judul “Analisis Kinerja *Nozzle* Aplikasi Herbisida pada Berbagai Fase Pertumbuhan Kelapa Sawit”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Muhammad Iqbal Nurulhaq, S.P. M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Merry Gloria Meliala S.P. M.Si. selaku kepala program studi Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan yang juga banyak memberikan arahan kepada penulis, ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Undang, S.P., M.Si. selaku penguji dalam ujian akhir. Di samping itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh tim Napal Estate dari PT Guthrie Peconina Indonesia, terkhusus kepada Bapak Syaiful Rokhim selaku Estate Manager, Bapak Ramses Sitohang selaku Senior Asisten, beserta seluruh staf Napal Estate yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh keluarga, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Ucapan terima kasih secara khusus juga penulis sampaikan kepada Alm. Ibu Dortua Silitonga yang sudah menjadi sumber motivasi penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Juli 2026

Sahat Marulitua Manurung



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kerangka Berpikir	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Fase Pertumbuhan Kelapa Sawit	5
2.2 Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit	6
2.3 <i>Nozzle</i> dan Karakteristiknya	6
2.4 <i>Water Sensitive Paper</i>	7
2.5 Karakteristik Droplet dan Klasifikasi ASABE S572.3	9
2.6 Herbisida Glufosinate	10
2.7 Herbisida Glufosinate	10
2.8 Analisis Vegetasi Gulma	11
2.9 Regulasi Keberlanjutan	12
2.10 Hubungan Parameter Droplet dengan Efikasi Glufosinate	13
III METODE	14
3.1 Metode Penelitian	14
3.2 Analisis Data dan Informasi	19
3.3 Definisi Operasional	25
IV KEADAAN UMUM PERUSAHAAN	27
4.1 Keadaan Umum Perusahaan	27
V HASIL DAN PEMBAHASAN	29
5.1 Karakteristik Teknis <i>Nozzle</i>	29
5.2 Analisis Vegetasi Gulma	32
5.3 Mortalitas Gulma pada 3 Hari Setelah Aplikasi (HSA)	37
5.4 Dinamika Penurunan Kehijauan (GLI)	37
5.5 Hasil Analisis Statistik (ANOVA <i>Nested Design</i>)	40
5.6 Analisis Ekonomi	43
5.7 Implikasi Lingkungan Pemilihan <i>Nozzle</i>	45
5.8 Pembahasan	46
VI SIMPULAN DAN SARAN	47
6.1 Simpulan	47
6.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
RIWAYAT HIDUP	53



DAFTAR TABEL

1	Parameter <i>shape descriptor</i>	8
2	Klasifikasi droplet berdasarkan ASABE S572.3 (2020)	9
3	Pengacakan blok	15
4	Pengacakan <i>nozzle</i>	16
5	Parameter dan rumus analisis WSP	18
6	Jadwal dan parameter pengamatan	20
7	Struktur sidik ragam untuk model nested design	23
8	Kriteria evaluasi <i>nozzle</i> berdasarkan parameter teknis	23
9	Asumsi yang digunakan dalam analisis ekonomi	24
10	Definisi operasional	25
11	Hasil kalibrasi <i>nozzle</i>	29
12	Hasil analisis water sensitive paper	30
13	Kriteria evaluasi dan skoring parameter <i>droplet nozzle</i>	31
14	Analisis INP gulma fase TBM	32
15	Analisis INP gulma fase TMM	33
16	Analisis INP gulma fase TMT	35
17	Indeks Shannon-Wiener (H') dan keseragaman (E)	36
18	Mortalitas gulma visual per fase dan <i>nozzle</i> dari D1 hingga D3	37
19	Analisis perubahan skor kehijauan fase TBM	38
20	Analisis perubahan skor kehijauan fase TMM	38
21	Analisis perubahan skor kehijauan fase TMT	39
22	Rekapitulasi penurunan kehijauan	39
23	Hasil sidik ragam pengaruh fase dan <i>nozzle</i> terhadap penurunan kehijauan gulma 3 HSA	40
24	Hasil uji Tukey	42
25	Nilai p-value antar pasangan fase (uji Tukey)	42
26	Komponen biaya aplikasi herbisida per hektar antar tipe <i>nozzle</i>	43
27	R/C Ratio, BEP, dan efisiensi biaya antar tipe <i>nozzle</i>	44

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka berpikir	3
2	Peta kebun napal <i>estate</i>	14
3	Tipe <i>nozzle</i> yang digunakan dalam penelitian	15
4	Tata letak <i>sub-plot</i> dalam satu blok	16
5	Proses pengambilan sampel analisis vegetasi. (A) Proses pelemparan kuadran untuk pengambilan sampel acak. (B) Dokumentasi gulma dalam kuadran. (C) Pengambilan gulma sampel. (D) Identifikasi gulma dan pengelompokan gulma.	17
6	Proses pengaplikasian WSP. (A) Proses penyemprotan herbisida. (B) Dokumentasi WSP sebelum disemprot. (C) Dokumentasi WSP setelah disemprot.	18

7	Dokumentasi unit percobaan D0 sampai D3. (A) Unit percobaan D0. (B) Unit percobaan D1. (C) Unit percobaan D2. (D) Unit percobaan D3.	19
8	Struktur Organisasi Napal <i>Estate</i>	28
9	dokumentasi WSP hasil semprot	30

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.