

**EFIKASI HERBISIDA PARAKUAT DIKLORIDA TERHADAP
GULMA PADA BUDIDAYA TANAMAN KOPI ROBUSTA
(*Coffea canephora* var. *robusta*) MENGHASILKAN**

(Skripsi)

Oleh

HESTI TANU ARIANI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

EFIKASI HERBISIDA PARAKUAT DIKLORIDA TERHADAP GULMA PADA BUDIDAYA TANAMAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* var. *robusta*) MENGHASILKAN

Oleh

HESTI TANU ARIANI

Kopi robusta merupakan salah satu komoditas ekspor, penyumbang devisa bagi Indonesia. Gulma merupakan salah satu faktor pembatas pada budidaya kopi robusta, oleh karena itu keberadaannya perlu dikendalikan. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara kimiawi menggunakan herbisida, salah satunya dengan herbisida berbahan aktif parakuat diklorida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) dosis herbisida parakuat diklorida yang mampu mengendalikan gulma pada lahan budidaya kopi robusta, (2) daya kendali herbisida parakuat diklorida terhadap gulma dominan yang terdapat pada lahan budidaya kopi robusta, dan (3) fitotoksisitas herbisida parakuat diklorida pada tanaman kopi robusta. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan milik Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kecamatan Natar Lampung Selatan, dan Laboratorium Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Desember 2014 hingga Maret 2015. Penelitian dirancang dalam Rancangan Kelompok Teracak Sempurna dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diterapkan yaitu dosis herbisida parakuat diklorida 414, 552, 690, 828, 966 g/ha, penyiangan

manual, dan kontrol (tanpa penyiangan). Homogenitas data diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Data dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Herbisida parakuat diklorida dengan dosis 414–966 g/ha mampu menekan pertumbuhan gulma total sampai dengan 12 MSA (minggu setelah aplikasi); (2) Herbisida parakuat diklorida dosis 414–966 g/ha mampu mengendalikan gulma dominan *Cyrtococcum acrescens* hingga 12 MSA, sedangkan gulma *Setaria plicata* dan *Asystasia gangetica* mampu dikendalikan herbisida parakuat diklorida dosis 414–966 g/ha hingga 8 MSA; (3) Seluruh dosis parakuat diklorida tidak menyebabkan gejala keracunan pada tanaman kopi robusta hingga 12 MSA.

Kata kunci: *Asystasia gangetica*, *Cyrtococcum acrescens*, efikasi, gulma, kopi robusta, parakuat diklorida, *Setaria plicata*.

**EFIKASI HERBISIDA PARAKUAT DIKLORIDA TERHADAP
GULMA PADA BUDIDAYA TANAMAN KOPI ROBUSTA
(*Coffea canephora* var. *robusta*) MENGHASILKAN**

Oleh

HESTI TANU ARIANI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

**pada
Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : EFIKASI HERBISIDA PARAKUAT DIKLORIDA
TERHADAP GULMA PADA BUDIDAYA TANAMAN
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* var. *robusta*)
MENGHASILKAN

Nama : Hesti Tanu Ariani

NPM : 1114121100

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc.
NIP 196201011986032001



Ir. Sugiatno, M.S.
NIP 196002261986031004

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



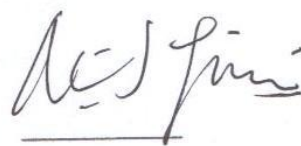
Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

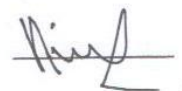
Ketua

: Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc.



Sekretaris

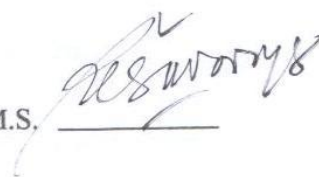
: Ir. Sugiatno, M.S.



Penguji

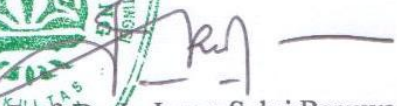
Bukan Pembimbing

: Ir. Dad Resiworo J. Sembodo, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 12 Februari 2016

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma pada Budidaya Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*) Menghasilkan”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Pernyataan ini dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 April 2016

Penulis,



Hesti Tanu Ariani
NPM 1114121100

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 12 Juni 1992, sebagai anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Pramono Sidi dan Ibu Yuni Suparti. Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) diselesaikan penulis pada tahun 1999 di TK Dharma Wanita Sukarame Bandar Lampung. Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 2 Harapan Jaya Sukarame Bandar Lampung pada tahun 2005. Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan penulis pada tahun 2008 di SMPN 29 Bandar Lampung. Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 15 Bandar Lampung pada tahun 2011.

Pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jurusan Agroteknologi melalui jalur reguler. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi anggota Organisasi Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (LS-MATA) dan Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) Bidang Minat dan Bakat Periode 2012-2013. Penulis pernah menjadi asisten praktikum beberapa mata kuliah yaitu Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Ilmu dan Teknik Pengendalian Gulma, dan Herbisida Lingkungan. Pada bulan Juli 2014 penulis melakukan Praktik Umum di PT Great Giant Pineapple, Kecamatan Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Tahun 2015 penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata Universitas Lampung di Kabupaten Lampung Tengah.

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa apa yang pada diri mereka.” (Ar-Ra'd : 11)

Waktu tidak berpihak pada siapapun. Tapi waktu dapat menjadi sahabat bagi mereka yang memegang dan memperlakukannya dengan baik.
(Winston Churchill)

A person who never make a mistake never tried anything new. (Albert Einstein)

Sukses adalah tanggung jawab pribadi. Menyalahkan orang lain atau keadaan atas kesulitan hidup kita, hanya semakin menjadikan kita jiwa yang tidak bersyukur.
(Mario Teguh)

Aku persembahkan karya ini kepada

Kedua orang tuaku

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tidak terhingga kepada Bapak Pramono Sidi dan Ibu Yuni Suparti yang telah memberikan kasih sayang, doa, kesabaran, motivasi, dan dukungannya selama ini

Kakakku

Aria Tanu Pradita

Terimakasih atas dukungan, kesabaran, perhatian, dan kasih sayang selama ini

Teman-teman yang selalu ada dalam suka dan duka

Serta almamater tercinta

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma pada Budidaya Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*) Menghasilkan” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Selama penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc., selaku pembimbing utama atas bimbingan, saran, bantuan, dukungan dan nasehatnya kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Bapak Ir. Sugiarno, M.S. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing, memberikan saran, nasihat dan motivasi selama penyusunan skripsi.
3. Bapak Ir. Dad Resiworo J. Sembodo, M.S., selaku pembahas yang telah memberikan masukan, saran dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
5. Bapak Prof Dr.Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Ketua Jurusan

Agroteknologi.

6. Bapak Akary Edy, Sp., M.S., selaku dosen pembimbing akademik atas segala bimbingan kepada penulis selama melaksanakan kegiatan perkuliahan.
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Pramono Sidi dan Ibu Yuni Suparti serta kakak tersayang Aria Tanu Pradita atas doa, dukungan, nasehat, kasih sayang, kesabaran dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
8. Rita Rosari Sijabat, Ria Rianti, Dwi Aprianti, Faradillah Chairunisa, Dwika Putri Suri, Dina Fanti, Deliyana, Hermayanti, Restuwati Septiana, Eka Simarmata, Febrina Ayu Astita, dan teman-teman Agroteknologi 2011 terimakasih atas bantuan, semangat dan motivasi yang diberikan selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
9. Kak Mustajab, Mbak Nana, Kak Nico, Wahyu Fitriyani, Fabia Yolana Jeni, dan teman-teman Weed Buster 2011 terimakasih atas bantuan dan motivasi yang diberikan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi.
10. Mas Yono dan Mas Khoiri terimakasih atas bantuan dan pengalaman yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun agar skripsi ini dapat bermanfaat, menambah pengetahuan, dan wawasan bagi kita semua.

Bandar Lampung, April 2016

Penulis,

Hesti Tanu Ariani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Landasan Teori	4
1.5 Kerangka Pemikiran	6
1.6 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tanaman Kopi Robusta	9
2.1.1 <i>Botani tanaman kopi robusta</i>	9
2.1.2 <i>Syarat tumbuh tanaman kopi robusta</i>	11
2.2 Gulma dan Kompetisi Terhadap Tanaman	12
2.3 Gulma pada Tanaman Kopi	14
2.4 Pengendalian Gulma	15
2.5 Herbisida Parakuat Diklorida	16

III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat	19
3.3 Metode Penelitian	20
3.4 Analisis Data	20
3.5 Pelaksanaan Penelitian	20
3.5.1 Pembuatan petak percobaan	20
3.5.2 Penyiangan manual	21
3.5.3 Aplikasi herbisida	22
3.5.4 Pengambilan sampel gulma	23
3.6 Pengamatan	24
3.6.1 Persentase penutupan gulma total	24
3.6.2 Persentase keracunan gulma total	24
3.6.3 Bobot kering gulma total dan dominan	24
3.6.3.1 <u>Sebelum aplikasi</u>	25
3.6.3.2 <u>Sesudah aplikasi</u>	25
3.6.4 Fitotoksisitas tanaman kopi	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Persentase Penutupan Gulma Total	27
4.2 Persentase Keracunan Gulma Total	28
4.3 Bobot Kering Gulma Total	30
4.4 Bobot Kering Gulma Dominan	31
4.4.1 Bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i>	32
4.4.2 Bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i>	34
4.4.3 Bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i>	37
4.5 Jenis dan Tingkat Dominansi Gulma	39
4.6 Fitotoksisitas	43
V. SIMPULAN DAN SARAN	44
PUSTAKA ACUAN	45

LAMPIRAN Tabel 13-107	49-81
------------------------------------	-------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan herbisida parakuat diklorida yang diuji.	20
2. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap penutupan gulma total (%).	27
3. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap keracunan gulma total (%).	29
4. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma total (g/0,5 m ²).	30
5. Tingkat dominansi gulma (SDR) saat aplikasi.	32
6. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²).	33
7. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²).	35
8. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²).	38
9. Jenis dan tingkat dominansi gulma (%) pada 2 MSA.	40
10. Jenis dan tingkat dominansi gulma (%) pada 4 MSA.	41
11. Jenis dan tingkat dominansi gulma (%) pada 8 MSA.	42
12. Jenis dan tingkat dominansi gulma (%) pada 12 MSA.	43
13. Bobot kering gulma awal.	49
14. Penutupan gulma total 2 MSA (%).	49
15. Analisis ragam penutupan gulma total 2 MSA.	49

16. Penutupan gulma total 4 MSA (%).	50
17. Analisis ragam penutupan gulma total 4 MSA.	50
18. Penutupan gulma total 8 MSA (%).	50
19. Analisis ragam penutupan gulma total 8 MSA.	51
20. Penutupan gulma total 12 MSA (%).	51
21. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ penutupan gulma total (%) pada 12 MSA.	51
22. Analisis ragam penutupan gulma total 12 MSA.	52
23. Keracunan gulma total 2 MSA (%).	52
24. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ keracunan gulma total (%) 2 MSA. ...	52
25. Analisis ragam keracunan gulma total 2 MSA.	53
26. Keracunan gulma total 4 MSA (%).	53
27. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ keracunan gulma total (%) 4 MSA. ...	53
28. Analisis ragam keracunan gulma total 4 MSA.	54
29. Keracunan gulma total 8 MSA (%).	54
30. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ keracunan gulma total (%) 8 MSA. ...	54
31. Analisis ragam keracunan gulma total 8 MSA.	55
32. Keracunan gulma total 12 MSA (%).	55
33. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ keracunan gulma total (%) 12 MSA.	55
34. Analisis ragam keracunan gulma total 12 MSA.	56
35. Bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	56
36. Analisis ragam bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	56
37. Bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	57

38. Transformasi $\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$ bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	57
39. Analisis ragam bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	57
40. Bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	58
41. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	58
42. Analisis ragam bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	58
43. Bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	59
44. Analisis ragam bobot kering gulma total (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	59
45. Bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	59
46. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$ bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	60
47. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	60
48. Bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	60
49. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	61
50. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	61
51. Bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	61
52. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$ bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	62
53. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	62
54. Bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	62

55. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	63
56. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyrtococcum acrescens</i> (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	63
57. Bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	63
58. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	64
59. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	64
60. Bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	64
61. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	65
62. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	65
63. Bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	65
64. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	66
65. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	66
66. Bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	66
67. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	67
68. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Setaria plicata</i> (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	67
69. Bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	67
70. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x+0,5}}}$ bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	68
71. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 2 MSA.	68

72. Bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	68
73. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x+0,5}}$ bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	69
74. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 4 MSA.	69
75. Bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	69
76. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x+0,5}}$ bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	70
77. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 8 MSA.	70
78. Bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	70
79. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> (g/0,5 m ²) pada 12 MSA.	71
80. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 414 g/ha pada 2 MSA.	71
81. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 552 g/ha pada 2 MSA.	71
82. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 690 g/ha pada 2 MSA.	72
83. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 828 g/ha pada 2 MSA.	72
84. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 966 g/ha pada 2 MSA.	72
85. Perhitungan SDR penyiangan manual pada 2 MSA.	73
86. Perhitungan SDR kontrol pada 2 MSA.	73
87. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 414 g/ha pada 4 MSA.	73
88. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 552 g/ha pada 4 MSA.	74

89. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 690 g/ha pada 4 MSA.	74
90. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 828 g/ha pada 4 MSA.	74
91. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 966 g/ha pada 4 MSA.	75
92. Perhitungan SDR penyiangan manual pada 4 MSA.	75
93. Perhitungan SDR kontrol pada 4 MSA.	75
94. Perhitungan SDR parakuat diklorida 414 g/ha pada 8 MSA.	76
95. Perhitungan SDR parakuat diklorida 552 g/ha pada 8 MSA.	76
96. Perhitungan SDR parakuat diklorida 690 g/ha pada 8 MSA.	77
97. Perhitungan SDR parakuat diklorida 828 g/ha pada 8 MSA.	77
98. Perhitungan SDR parakuat diklorida 966 g/ha pada 8 MSA.	78
99. Perhitungan SDR penyiangan manual pada 8 MSA.	78
100. Perhitungan SDR kontrol pada 8 MSA.	79
101. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 414 g/ha pada 12 MSA.	79
102. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 552 g/ha pada 12 MSA.	79
103. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 690 g/ha pada 12 MSA.	80
104. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 828 g/ha pada 12 MSA.	80
105. Perhitungan SDR parakuat diklorida dosis 966 g/ha pada 12 MSA.	80
106. Perhitungan SDR penyiangan manual pada 12 MSA.	81
107. Perhitungan SDR kontrol pada 12 MSA.	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rumus bangun kimia parakuat diklorida.	17
2. Tata letak percobaan.	21
3. Areal penyemprotan herbisida.	22
4. Denah pengambilan sampel gulma dan pengamatan fitotoksisitas.	23
5. <i>Cyrtococcum acrescens</i>	34
6. <i>Setaria plicata</i>	37
7. <i>Asystasia gangetica</i>	39

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi robusta merupakan salah satu komoditas perkebunan yang sangat penting di Indonesia. Kopi robusta memiliki peranan penting bagi pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Peran tersebut dapat berupa pembukaan kesempatan kerja, dan sebagai sumber pendapatan petani. Selain itu, kopi robusta merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran sebagai penghasil devisa negara (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Saat ini Indonesia menempati peringkat keempat negara penghasil kopi terbesar di dunia (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Luas lahan budidaya kopi di Indonesia pada tahun 2010 adalah 1.210.400 ha dengan produksi 686.900 ton. Namun, pada tahun 2011 produksi kopi di Indonesia mengalami penurunan yaitu 638.600 ton, padahal luas lahan tanaman kopi pada tahun 2011 mengalami peningkatan yaitu 1.233.700 ha (Badan Pusat Statistik, 2013).

Selain masalah penurunan produksi masalah lain yang dihadapi kopi Indonesia yaitu rendahnya mutu kopi, lebih dari 90% kopi dihasilkan oleh perkebunan rakyat, khususnya kopi robusta yang sering dianggap sebagai kopi yang bermutu rendah, dan kopi yang mendominasi pasar Indonesia saat ini yaitu 90% kopi robusta (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Dengan demikian perlu dilakukan

pemeliharaan tanaman kopi robusta yang tepat. Salah satu tindakan pemeliharaan yang harus diperhatikan adalah pengendalian gulma pada areal budidaya tanaman kopi robusta.

Gulma merupakan tumbuhan yang mengganggu atau merugikan kepentingan manusia, sehingga manusia berusaha untuk mengendalikannya. Pada bidang pertanian gulma menimbulkan kerugian secara perlahan selama gulma tersebut berinteraksi bersamaan dengan tanaman, dan jika tidak diatasi maka dapat menyebabkan kegagalan panen. Kerugian tersebut diantaranya yaitu dapat menurunkan hasil, mutu, dan menaikkan biaya produksi (Sembodo, 2010).

Dewasa ini, pengendalian gulma yang sering dilakukan oleh petani yaitu pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan herbisida. Hal tersebut karena pengendalian secara kimiawi dianggap lebih efektif dalam mematikan gulma dan efisien baik dalam hal waktu, biaya maupun tenaga kerja dalam mengendalikan lahan pertanian yang cukup luas.

Herbisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan gulma pada tanaman kopi yaitu herbisida berbahan aktif parakuat diklorida, sulfosat, glifosat, amonium glufosinat, 2,4-D, dan lain-lain (Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, 2012). Herbisida parakuat merupakan herbisida kontak dan bersifat non selektif. Herbisida ini merupakan herbisida pasca tumbuh. Parakuat diklorida diserap oleh tumbuhan melalui dedaunan (Britt dkk., 2003). Herbisida ini terdaftar untuk spektrum tanaman yang cukup luas, antara lain pada cengkeh, kakao (TBM), kapas, jeruk, karet, kelapa sawit, kelapa hibrida, kopi, lada, padi pasang surut, rosela, tebu, teh, dan ubikayu (Komisi Pestisida, 2006).

Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida yang telah terdaftar pada Komisi Pestisida untuk mengendalikan gulma pada kopi. Herbisida jenis ini juga merupakan herbisida yang telah lama digunakan oleh petani di Indonesia untuk mengendalikan gulma pada lahan budidaya karena dianggap sangat efektif dan efisien. Dengan demikian, uji ulang dilakukan untuk herbisida parakuat diklorida setiap 5 tahun sekali untuk melihat efektivitas herbisida dalam berbagai dosis untuk mengendalikan gulma pada lahan budidaya kopi, sehingga dari penelitian ini dapat diketahui daya kendali herbisida parakuat diklorida pada gulma tanaman kopi dan tingkat toksisitasnya pada tanaman kopi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan maka perlu diadakan penelitian untuk menemukan jawaban dari pertanyaan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah herbisida parakuat diklorida mampu mengendalikan gulma pada lahan budidaya tanaman kopi robusta?
2. Apakah gulma dominan yang terdapat pada lahan budidaya kopi robusta dapat dikendalikan oleh herbisida parakuat diklorida?
3. Apakah herbisida parakuat diklorida dapat meracuni tanaman kopi robusta?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dosis herbisida parakuat diklorida yang mampu mengendalikan

gulma pada lahan budidaya tanaman kopi robusta.

2. Mengetahui daya kendali herbisida parakuat diklorida terhadap gulma dominan yang terdapat pada lahan budidaya kopi robusta.
3. Mengetahui fitotoksisitas herbisida parakuat diklorida pada tanaman kopi robusta.

1.4 Landasan Teori

Gulma merupakan tumbuhan yang merugikan kepentingan manusia, baik dari segi ekonomi, ekologis, kesehatan, maupun estetika. Gulma dapat berkompetisi dengan tanaman budidaya dalam memperebutkan sarana tumbuh, seperti unsur hara, air tanah, cahaya matahari, maupun ruang tumbuh selama proses budidaya tanaman. Gulma juga dapat merugikan petani dengan cara menurunkan kualitas produk pertanian, mengganggu proses produksi seperti pemupukan dan pemanenan, sebagai inang sementara atau tempat sembunyi hama dan penyakit (Pujisiswanto, 2012). Selain itu, gulma juga dapat mengeluarkan senyawa allelopat yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman (Sukman dan Yakup, 1995).

Beberapa metode pengendalian gulma telah banyak dilakukan di perkebunan baik metode manual, metode mekanis, kultur teknis, biologis, maupun metode kimiawi dengan menggunakan herbisida, atau bahkan dengan menggabungkan beberapa metode sekaligus. Metode yang paling banyak dilakukan untuk mengendalikan gulma yaitu metode kimiawi dengan menggunakan herbisida. Metode ini dinilai lebih praktis dan menguntungkan dibandingkan dengan metode yang lain. Hal tersebut karena pengendalian gulma dengan metode kimiawi dengan

menggunakan herbisida membutuhkan tenaga kerja yang lebih sedikit dan waktu pelaksanaan yang relatif lebih singkat (Barus, 2003).

Herbisida merupakan bahan kimia atau kultur hayati yang dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan. Herbisida yang diaplikasikan dalam dosis yang tinggi akan mematikan seluruh bagian dan jenis tumbuhan. Sedangkan pada dosis yang rendah, herbisida akan membunuh tumbuhan tertentu dan tidak merusak tumbuhan yang lain. Herbisida bersifat racun terhadap gulma atau tumbuhan pengganggu juga terhadap tanaman. Sifat kimia herbisida tidak hanya menentukan daya kerja herbisida pada gulma yang dikendalikan (efikasi), tetapi juga menentukan tingkat keracunan (toksisitas) pada organisme nontarget misalnya tanamannya (Sembodo, 2010).

Herbisida dapat mempengaruhi satu atau beberapa proses yang sangat diperlukan tumbuhan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Beberapa proses yang dapat dipengaruhi oleh herbisida yaitu proses pembelahan sel, perkembangan jaringan, pembentukan klorofil, fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen, aktifitas enzim, dan lain-lain (Sembodo, 2010).

Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida yang sangat efektif membunuh tumbuhan secara kontak dan bersifat non selektif (Djojoseumarto, 2008).

Selektivitas herbisida dapat pula terjadi akibat pengaturan cara aplikasinya.

Aplikasi dapat dilakukan pada alur di antara baris tanaman atau aplikasi dengan menggunakan pelindung sehingga cipratan herbisida (*droplet*) tidak akan mengenai tanaman budidaya (Sembodo, 2010). Herbisida ini memiliki senyawa kimia yang sangat beracun (Era dkk., 2008). Parakuat diklorida mampu

membunuh semua jaringan tumbuhan yang berwarna hijau. Parakuat diklorida diabsorpsi oleh daun dan dengan bantuan sinar matahari dan oksigen herbisida ini akan memengaruhi fotosintesis dengan terbentuknya superoksida yang akan menghancurkan membran sel dan sitoplasma (Djojsumarto, 2008). Menurut Sastroutomo (1992) dalam Ledoh dkk. (2010) molekul herbisida parakuat terikat kuat oleh butir-butir tanah yang menyebabkan senyawa ini dapat bertahan lama di dalam tanah.

Parakuat diklorida digunakan untuk mengendalikan gulma seperti enceng gondok di danau dan di pantai, rumput teki di sawah dan gulma lainnya di perkebunan sawit, kopi, lada, tebu, dan lain-lain (Era dkk., 2008).

1.5 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan landasan teori yang telah diuraikan, maka disusunlah kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoritis terhadap rumusan masalah. Dalam usaha untuk mempertahankan dan peningkatan produksi tanaman kopi, Indonesia juga mengalami masalah rendahnya mutu kopi yang dihasilkan. Terdapat banyak faktor yang menyebabkan penurunan produksi dan rendahnya mutu kopi yang dihasilkan di Indonesia, salah satunya yaitu tindakan perawatan tanaman yang kurang tepat. Pengendalian gulma merupakan salah satu tindakan perawatan yang harus diperhatikan. Keberadaan gulma pada areal perkebunan kopi dapat menimbulkan kerugian karena gulma dapat menjadi kompetitor bagi tanaman budidaya dalam perebutan sarana tumbuh yang ada. Saran tumbuh tersebut meliputi unsur hara, cahaya matahari, air tanah, CO₂, dan ruang tumbuh.

Terdapatnya gulma pada areal pertanaman kopi dapat menyebabkan penurunan produksi kopi dan rendahnya mutu kopi yang dihasilkan. Selain itu apabila gulma yang ada pada areal pertanaman tidak dikendalikan maka dapat menyebabkan tanaman kopi tersebut gagal panen. Tindakan pengendalian yang saat ini banyak dilakukan yaitu pengendalian secara kimiawi yaitu dengan menggunakan herbisida karena dinilai lebih efektif dan efisien. Herbisida merupakan bahan kimia yang dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan mematikan tumbuhan. Sifat kimia herbisida dapat mempengaruhi daya kerja herbisida tersebut pada gulma sasaran (efikasi) dan tingkat keracunan (fitotoksisitas) pada organisme lain.

Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida nonselektif yang memiliki spektrum pengendalian yang sangat luas. Herbisida ini mampu membunuh semua tumbuhan yang berwarna hijau. Dengan demikian gulma–gulma yang sering muncul dan merugikan bagi tanaman kopi diantaranya gulma *Cynodon dactylon*, *Digitaria sp*, *Imperata cylindrica*, *Cyperus rotundus*, *Micania cordata*, *Oxalis sp*, dll dapat dikendalikan oleh herbisida ini. Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida kontak yang sangat cepat dan kuat terjerap oleh tanah dan sedimen. Jika terjerap kedalam tanah maka dengan cepat terdegradasi oleh mikroorganisme tanah. Parakuat diklorida juga merupakan herbisida yang bersifat kontak dan apabila diaplikasikan dengan cara yang baik (tepat sasaran) maka tidak akan menimbulkan keracunan. Hal tersebut dikarenakan tidak banyak tanaman kopi yang akan terkena cipratan saat herbisida ini diaplikasikan. Dengan demikian, jika parakuat diklorida diaplikasikan pada gulma di sekitar tanaman kopi, maka herbisida ini tidak akan menimbulkan keracunan yang berarti bagi tanaman kopi.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Herbisida parakuat diklorida dapat mengendalikan gulma pada lahan budidaya tanaman kopi robusta.
2. Gulma dominan yang terdapat pada lahan budidaya tanaman kopi robusta mampu dikendalikan dengan herbisida parakuat diklorida.
3. Herbisida parakuat diklorida tidak meracuni tanaman kopi robusta.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kopi Robusta

Kopi robusta merupakan jenis kopi yang berasal dari Uganda. Kopi jenis ini masuk ke Indonesia pada tahun 1900. Di Indonesia kopi robusta merupakan kopi yang mendominasi perkebunan-perkebunan kopi hingga saat ini (Najiyati dan Danarti, 2001). Saat ini kopi robusta merupakan tanaman kopi yang sangat penting di daerah tropis, khususnya di Asia dan Afrika. Walaupun kopi robusta mempunyai produktivitas tinggi, namun jenis kopi ini memiliki rasa yang kurang enak dibandingkan dengan kopi arabika (AAK, 1988).

2.1.1 Botani tanaman kopi robusta

Kopi robusta (*Coffea robusta*) juga disebut kopi *canephora*. Nama robusta merupakan nama yang digunakan untuk tujuan perdagangan, sedangkan *canephora* merupakan nama botanis dari tanaman ini (AAK, 1988). Kopi robusta merupakan tanaman berbentuk pohon yang termasuk kedalam famili *Rubiaceae* dan genus *Coffea*. Tanaman kopi robusta tumbuh tegak dan memiliki cabang. Jika tanaman kopi robusta dibiarkan tanaman kopi dapat mencapai ketinggian 12 meter (Najiyati dan Danarti, 2001).

Sejak tahun 1900 kopi robusta telah tersebar luas ke seluruh daerah tropis. Kopi jenis ini dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah, yang tempat tersebut tidak cocok untuk kopi jenis arabika karena rentan terhadap serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh cendawan *Hemileia vastatrix* (AAK, 1988).

Sifat-sifat khusus jenis kopi robusta menurut AAK (1988) adalah sebagai berikut:

- a. Produktifitas kopi robusta lebih tinggi dibandingkan dengan kopi arabika.
- b. Kopi robusta memiliki aroma dan rasa yang tidak se enak kopi arabika.
- c. Pemeliharaan kopi robusta lebih mudah sehingga biaya lebih rendah.
- d. Jenis kopi robusta memiliki daun yang lebih lebar dengan permukaan yang agak berombak, dan pada batang tumbuh cabang-cabang.
- e. Lebih tahan terhadap serangan karat daun (*Hemileia vastatrix*).

Tanaman kopi memiliki daun berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing sampai membulat. Daun-daun tersebut bersusun berdampingan pada batang, cabang, dan ranting-ranting tanaman kopi (AAK, 1988).

Bunga kopi memiliki ukuran yang kecil dengan mahkota bunga berwarna putih dan memiliki aroma yang semerbak. Pangkal mahkota bunga menutupi bakal buah yang terdiri atas dua bakal biji. Setiap bunga memiliki 5–7 benang sari dengan tangkai sari pendek. Kuncup bunga yang telah mencapai panjang 10–12 mm kelopak dan mahkotanya akan mekar kemudian penyerbukan berlangsung. Setelah terjadi penyerbukan maka secara perlahan-lahan bakal buah akan berkembang menjadi buah (Najiyati dan Danarti, 2001).

Pada setiap ketiak daun cabang primer memiliki kuncup bunga yang terdiri atas 4– 5 kelompok bunga dan setiap kelompok terdiri atas 3– 5 kuntum bunga. Pada setiap ketiak daun yang sudah menghasilkan bunga dengan jumlah tertentu tidak akan menghasilkan bunga kembali. Namun, cabang primer akan terus tumbuh dan membentuk daun-daun baru. Dengan demikian tanaman masih tetap dapat menghasilkan bunga (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah kopi terdiri dari 3 lapisan yaitu lapisan kulit luar (eksokarp), lapisan daging buah (mesokarp), dan lapisan kulit tanduk (endokarp). Pada setiap buah kopi terdapat dua biji, namun terkadang hanya mengandung satu biji atau bahkan tidak terdapat biji sama sekali (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Tanaman kopi memiliki akar tunggang, dengan panjang akar tunggang kurang lebih 45– 50 cm. Pada akar tunggang terdapat 4– 8 akar samping (lateral) yang tumbuh ke bawah sepanjang 2– 3 m. Pada akar samping akan tumbuh akar sekunder samping dengan panjang 1– 2 m secara horisontal, sedalam kurang lebih 30 cm, bercabang merata, masuk ke dalam tanah lebih dalam lagi (AAK, 1988).

2.1.2 Syarat tumbuh tanaman kopi robusta

Kopi robusta dapat tumbuh atau hidup pada tempat yang berbeda-beda. Hal tersebut karena jenis kopi ini tidak membutuhkan tempat yang khusus seperti halnya jenis kopi arabika. Selain itu, kopi ini juga mudah menyesuaikan diri dengan lingkungan, hal tersebut karena terjadinya persilangan alami secara terus-menerus pada jenis kopi ini (AAK, 1988). Najiyati dan Danarti (2001)

menyatakan bahwa kopi robusta dapat tumbuh dengan baik pada suhu 21– 24°C dengan ketinggian tempat 400– 700 m dpl (diatas permukaan laut), namun masih toleran pada ketinggian kurang dari 400 m dpl.

Curah hujan minimal untuk pertumbuhan tanaman kopi adalah 1.000– 2.000 mm/tahun, sedangkan curah hujan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman kopi robusta rata-rata 2.000– 3.000 mm/tahun (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Menurut Ernawati dkk. (2008), tanaman kopi robusta membutuhkan jumlah bulan kering 2– 3 bulan/tahun. Bulan kering adalah bulan yang mempunyai curah hujan kurang dari 60 mm/bulan.

Syarat tanah yang optimum untuk pertumbuhan tanaman kopi robusta yaitu memiliki pH 5,5– 6,4, kedalaman tanah efektif lebih besar dari 100 cm, dan memiliki kemiringan tanah maksimum 40% (Ernawati dkk., 2008).

2.2 Gulma dan Kompetisi Terhadap Tanaman

Gulma merupakan tumbuhan yang mengganggu atau merugikan kepentingan manusia, sehingga manusia berusaha untuk mengendalikannya. Kepentingan manusia tersebut meliputi beberapa aspek diantaranya yaitu bidang usaha tani, kesehatan, lingkungan hidup, estetika, rekreasi, dan sebagainya (Sembodo, 2010). Sedangkan dari segi ekologi gulma sering dipandang sebagai tumbuhan pionir, pengoloni lahan, atau tumbuhan yang oportunistik (mengambil keuntungan dari keadaan yang salah). Suatu tumbuhan, baru akan disebut gulma apabila populasinya sudah melampaui level tertentu sehingga perlu diperhatikan (Crawley, 1997 *dalam* Sriyani, 2010).

Gulma dapat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik reproduksi, bentuk kehidupan, botani dan lain-lain. Dalam prakteknya terutama untuk kepentingan pengelolaan vegetasi maka klasifikasi botani biasa digunakan. Berdasarkan klasifikasi botani gulma dapat dibedakan menjadi tiga yaitu tumpuk, teki, dan daun lebar (Sukman dan Yakup, 1995).

Beberapa faktor yang menyebabkan timbulnya kerugian akibat persaingan antara tanaman perkebunan dan gulma menurut Barus (2003) antara lain:

- a) Pertumbuhan tanaman terhambat sehingga waktu mulai berproduksi lebih lama.
- b) Penurunan kualitas dan kuantitas hasil produksi tanaman.
- c) Produktivitas kerja terganggu.
- d) Dapat menjadi sarang hama dan penyakit.
- e) Biaya pengendalian gulma sangat mahal.

Kerugian yang disebabkan oleh gulma terjadi melalui proses persaingan atau kompetisi antara gulma dengan tanaman budidaya dalam memperoleh sarana tumbuh yang ada. Sarana tumbuh tersebut seperti hara, air, cahaya, CO₂, dan ruang tumbuh. Selain persaingan dalam perebutan sarana tumbuh, kerugian tanaman juga dapat terjadi melalui proses alelopati. Alelopati merupakan proses penekanan pertumbuhan tanaman akibat senyawa kimia (alelokimia) yang dikeluarkan oleh gulma (Sembodo, 2010). Menurut Moenandir (1993), tumbuhan yang memiliki allelopat mempunyai keuntungan dalam persaingan, hal tersebut karena tumbuhan lawannya dilemahkan terlebih dahulu oleh adanya zat kimia tersebut. Dengan demikian tumbuhan yang mempunyai allelopat memiliki

harapan menang dalam persaingan perebutan sarana tumbuh yang ada.

Terdapat beberapa faktor yang menentukan tingkat kompetisi atau persaingan antara gulma dengan tanaman yaitu jenis gulma, kerapatan gulma, distribusi gulma, waktu kehadiran gulma, kultur teknis yang diterapkan, dan alelopati. Pada kondisi di lapangan umumnya beberapa faktor tersebut terjadi secara bersamaan. Hal tersebut menyebabkan sulitnya memisahkan pengaruh dari masing-masing faktor tersebut (Sembodo, 2010). Moenandir (2010), persaingan atau kompetisi terjadi bila faktor yang diperebutkan (sarana tumbuh) berada dibawah kebutuhan untuk kedua pesaing (gulma dan tanaman budidaya).

2.3 Gulma pada Tanaman Kopi

Adanya gulma pada perkebunan kopi dapat mengakibatkan kelainan-kelainan pada tanaman kopi. Adapun kelainan yang dapat dialami oleh tanaman kopi menurut Najiyati dan Danarti (2001) yaitu sebagai berikut:

- a) Daun menguning,
- b) Tanaman kerdil atau kurus,
- c) Cabang-cabang plagiotrop mati,
- d) Buah berukuran kecil,
- e) Produksi rendah,
- f) Kekeringan pada musim kemarau,
- g) Gejala kekurangan unsur hara, dan lain-lain.

Jenis gulma yang sering tumbuh dan merugikan tanaman kopi antara lain yaitu *Cynodon dactylon*, *Digitaria sp*, *Imperata cylindrica* (alang-alang), *Cyperus*

rotundus (teki), *Micania cordata*, *Oxalis* spp (belimbing– belimbingan), dan *Salvia* sp (Najiyati dan Danarti, 2001).

2.4 Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma dilakukan secara selektif, dimulai dari jenis-jenis gulma yang paling berbahaya bagi tanaman dan selanjutnya terhadap jenis gulma lain menurut skala prioritas. Pengendalian gulma memerlukan jumlah tenaga kerja dan biaya yang sangat besar. Oleh karena itu, pekerjaan ini harus dilakukan secara rasional dengan memanfaatkan teknologi yang ada secara efektif dan efisien (Barus, 2003).

Cara pengendalian gulma yang disarankan oleh Direktorat Jendral Perkebunan *dalam* Najiyati dan Danarti (2001) adalah sebagai berikut:

1. Setelah pembukaan lahan.

Pada lahan yang baru dibuka dan tidak segera ditanami, biasanya akan segera ditumbuhi oleh gulma. Untuk mencegah tumbuhnya gulma lahan segera ditanami tanaman penutup tanah.

2. Di pembibitan.

Bedengan pembibitan harus selalu dibersihkan dari gulma dengan melakukan penyiangan tiga minggu sekali. Penyiangan di pembibitan ini dilakukan dengan menggunakan tangan. Pemakaian cangkul atau alat lainnya dapat merusak perakaran bibit tanaman kopi.

3. Di pertanaman.

Pertanaman kopi dianjurkan selalu bersih dari gulma terutama sekitar daerah perakaran (piringan tanaman). Pengendalian gulma di luar daerah perakaran bisa

dilakukan dengan menanam tanaman penutup tanah. Apabila gulma tetap membandel, bisa disiang dengan menggunakan cangkul atau disemprot dengan herbisida.

Herbisida yang umum direkomendasikan untuk tanaman kopi yaitu herbisida berbahan aktif parakuat diklorida, amonium glufosinat, Isopropil amina Glifosat (Komisi Pestisida, 2006).

2.5 Herbisida Parakuat Diklorida

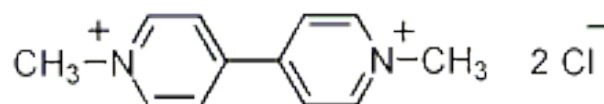
Parakuat diklorida diperkenalkan oleh ICI Divisi Perlindungan Tanaman (sekarang Syngenta AG). Herbisida parakuat diklorida ditemukan pada tahun 1955, dan pertama kali dipasarkan pada tahun 1962 (Britt dkk., 2003). Herbisida ini terdaftar untuk spektrum tanaman yang cukup luas, antara lain pada cengkeh, kakao (TBM), kapas, jeruk, karet, kelapa sawit, kelapa hibrida, kopi, lada, padi pasang surut, rosela, tebu, teh, dan ubikayu (Komisi Pestisida, 2006). Herbisida parakuat merupakan herbisida kontak dan bersifat non selektif. Herbisida ini merupakan herbisida pasca tumbuh. Parakuat diklorida diserap oleh tumbuhan melalui dedaunan (Britt dkk., 2003). Molekul herbisida ini setelah mengalami penetrasi ke dalam daun tumbuhan atau bagian tanaman lain yang berwarna hijau, dengan adanya sinar matahari akan bereaksi dan menghasilkan hidrogen peroksida yang dapat merusak membran sel tumbuhan dan seluruh organnya (Anderson, 1977 *dalam* Sarbino dan Syahputra, 2012).

Parakuat diklorida bekerja dalam sistem membran fotosintesis yang disebut Fotosistem I, yang menghasilkan elektron bebas untuk menjalankan proses

fotosintesis. Elektron bebas dari fotosistem I bereaksi dengan ion parakuat untuk membentuk radikal bebas. Oksigen segera mengubah kembali radikal bebas ini dan dalam proses ini menghasilkan O₂ negatif. Dengan adanya reaksi kimia yang tinggi, O₂ negatif menyerang membran asam lemak tak jenuh, dengan cepat membuka dan mendisintegrasikan membran sel dan jaringan. Ion paraquat atau radikal bebas tersebut kemudian mendaur ulang dengan menghasilkan lebih banyak lagi O₂ negatif sampai pasokan elektron bebasnya berhenti (Anderson, 1977 *dalam* Fenny, 2010).

Herbisida parakuat mampu membunuh semua jaringan tumbuhan yang berwarna hijau. Parakuat diklorida diabsorpsi oleh daun dan dengan bantuan sinar matahari dan oksigen herbisida ini akan memengaruhi fotosintesis dengan terbentuknya superoksida yang akan menghancurkan membran sel dan sitoplasma (Djojosumarto, 2008). Herbisida paraquat diabsorpsi oleh daun selama 30 menit setelah aplikasi. Daun yang terkena akan cepat layu dalam 2–3 jam disinari matahari yang terik, serta nekrosis pada daun terjadi secara menyeluruh selama 1–3 hari (Vencill *et al.*, 2002 *dalam* Erida dan Evisa, 2010).

Parakuat diklorida memiliki rumus molekul C₁₂H₁₄Cl₂N₂ dan rumus bangun seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Rumus bangun kimia parakuat diklorida (Tomlin, 2010).

Parakuat sangat cepat dan kuat terjerap ke tanah dan sedimen. Ketika dijerap, maka dengan cepat terdegradasi oleh mikroorganisme tanah dengan DT_{50} (*disappearance time 50%*) parakuat bertahan < 1 minggu (Tomlin, 2010). Herbisida ini memiliki nilai oral LD50: >50– 500 mg/kg, dermal LD50: >200– 2.000 mg/kg (Grey dkk., 2002 *dalam* Ouyang dkk., 2004 *dalam* Wibawa dan Sugandi, 2014). Berdasarkan Lampiran II Surat/Peraturan Menteri Pertanian No.01/Permentan/OT. 140/1/2007 tentang daftar bahan aktif pestisida yang dilarang dan pestisida terbatas, herbisida berbahan aktif parakuat diklorida termasuk kedalam herbisida terbatas (Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan, 2007). Herbisida ini sangat beracun untuk mamalia (termasuk manusia) dan satwa liar lainnya. Namun apabila digunakan sesuai dengan ketentuan pada label yang ada diharapkan tidak menimbulkan kerugian pada tanah dan hewan air (Britt dkk., 2003).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan milik Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung yang terletak di Desa Negara Ratu, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan dan di Laboratorium Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Gedong Meneng Bandar Lampung. Penelitian berlangsung selama 4 bulan yaitu mulai akhir Desember 2014 hingga Maret 2015.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah cat, air, herbisida parakuat diklorida 276 g/l (Gramoxone 276 SL), dan tanaman kopi robusta berumur \pm 5 tahun dengan klon BP 939, BP 436, dan SA 203.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *knapsack sprayer*, nosel warna biru, gelas ukur, *rubber pipette bulb*, timbangan analitik, oven, cangkul, kantong plastik, nampan plastik, ember, meteran, patok bambu, kuadran berukuran 0,5 m x 0,5 m, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan herbisida parakuat diklorida yang diuji.

No	Perlakuan	Dosis	
		Formulasi Gramoxone 276 SL (l/ha)	Bahan Aktif Parakuat diklorida (g/ha)
1.	Parakuat diklorida	1,5	414
2.	Parakuat diklorida	2,0	552
3.	Parakuat diklorida	2,5	690
4.	Parakuat diklorida	3,0	828
5.	Parakuat diklorida	3,5	966
6.	Penyiangan manual	-	-
7.	Kontrol (tanpa penyiangan)	-	-

3.4 Analisis Data

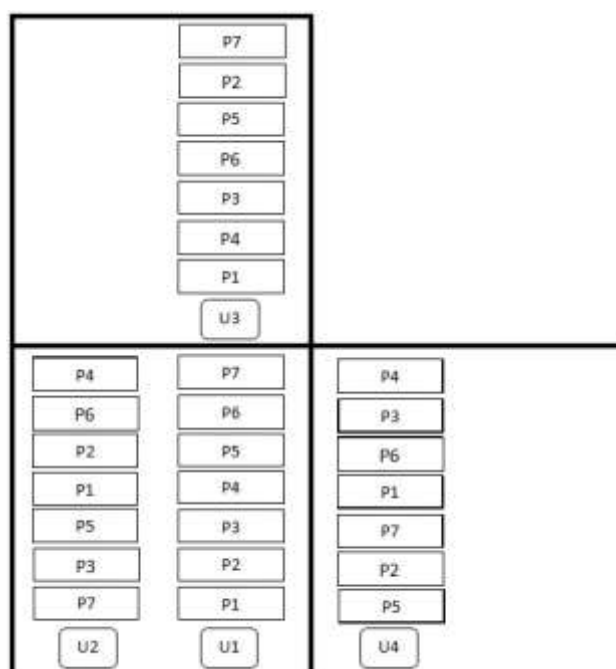
Homogenitas data diuji dengan menggunakan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Data dianalisis ragam, kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Pembuatan petak percobaan

Pembuatan petak percobaan dilakukan dengan memasang patok berlabel perlakuan dan ulangan. Terdapat 7 petak perlakuan dan 4 ulangan, sehingga didapat 28 petak percobaan. Ulangan 1 dan 2 merupakan tanaman kopi berklon

BP 939, sedangkan ulangan 3 memiliki klon SA 203 dan ulangan 4 memiliki klon BP 436. Setiap petak percobaan terdiri atas 4 tanaman kopi dengan jarak tanam 2,6 m x 2,6 m. Ukuran petak percobaan yaitu 2,6 m x 10,4 m. Luas petak percobaan yaitu 27,04 m². Tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata letak percobaan

Keterangan:

P1 = Parakuat diklorida 414 g/ha

P2 = Parakuat diklorida 552 g/ha

P3 = Parakuat diklorida 690 g/ha

P4 = Parakuat diklorida 828 g/ha

P5 = Parakuat diklorida 966 g/ha

P6 = Penyiangan manual

P7 = Kontrol (tanpa penyiangan)

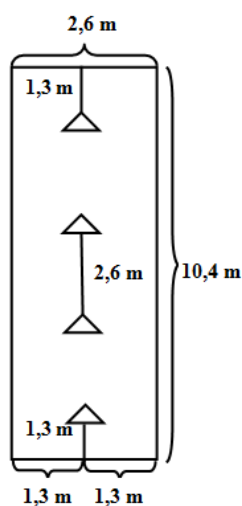
3.5.2 *Penyiangan manual*

Penyiangan mekanis atau manual dilakukan dengan cara membersihkan lahan dari gulma yang ada menggunakan cangkul. Penyiangan dilakukan satu kali bersamaan dengan waktu aplikasi herbisida dengan cara mencangkul/mengorek

gulma yang ada disekitar tanaman kopi. Pengoretan dilakukan pada setiap sisi tanaman kopi dengan lebar 1,3 m.

3.5.3 Aplikasi herbisida

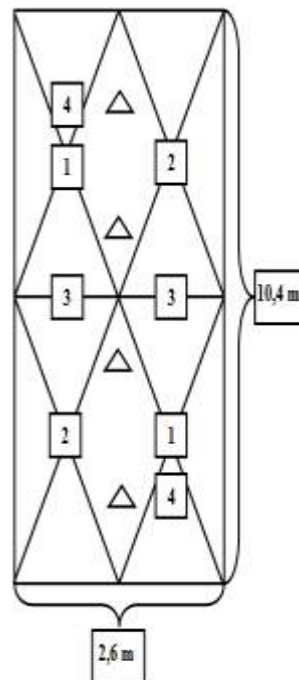
Aplikasi herbisida dilakukan dengan menyemprotkan larutan herbisida Gramoxone 276 SL dengan bahan aktif parakuat diklorida 276 g/l sesuai dengan perlakuan. Ukuran petak percobaan yang disemprot herbisida yaitu 2,6 m x 10,4 m (Gambar 3). Dengan demikian didapat luas areal penyemprotan herbisida sebesar 27,04 m². Penyemprotan dilakukan menggunakan *knapsack sprayer* dengan nosel berwarna biru (lebar bidang semprot 1,5 m). Kalibrasi dilakukan dengan metode luas dengan hasil 1,4 liter/petak percobaan. Volume semprot yang digunakan adalah 517,75 liter/ha. Penyemprotan herbisida yang diuji tidak menggunakan bahan perekat. Waktu aplikasi herbisida dilakukan pada pagi hari saat cuaca cerah, dan kecepatan angin rendah.



Gambar 3. Areal penyemprotan herbisida.

3.5.4 Pengambilan sampel gulma

Pengambilan sampel gulma dilakukan dengan meletakkan kuadran berukuran 0,5 m x 0,5 m pada 2 titik perpetak percobaan. Pengambilan gulma dilakukan dengan cara memotong gulma yang terdapat pada kuadran tepat pada permukaan tanah. Pengambilan sampel gulma dilakukan sebanyak 5 kali selama penelitian, yaitu pada saat aplikasi, 2, 4, 8, dan 12 minggu setelah aplikasi (MSA). Denah pengambilan sampel gulma dan pengamatan fitotoksisitas tanaman untuk setiap petak percobaan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Denah pengambilan sampel gulma dan pengamatan fitotoksisitas.

- 1 Petak contoh gulma yang diambil pada 2 MSA.
- 2 Petak contoh gulma yang diambil pada 4 MSA.
- 3 Petak contoh gulma yang diambil pada 8 MSA.
- 4 Petak contoh gulma yang diambil pada 12 MSA.
- △ Tanaman yang diamati tingkat keracunannya.

3.6 Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah persentase penutupan gulma total, persentase keracunan gulma total, bobot kering gulma total dan dominan, dan fitotoksisitas tanaman kopi.

3.6.1 Persentase penutupan gulma total

Persentase penutupan gulma total diamati dengan metode pengamatan visual pada setiap petak percobaan. Pengamatan persentase penutupan gulma total dilakukan oleh dua orang dengan cara mengamati persentase penutupan gulma yang masih hidup yang terdapat pada petak percobaan. Pengamatan persentase penutupan gulma total ini dilakukan pada 2, 4, 8, dan 12 MSA.

3.6.2 Persentase keracunan gulma total

Persentase keracunan gulma total pada setiap petak percobaan diamati dengan metode pengamatan visual yang dilakukan oleh dua orang. Pengamatan persentase keracunan gulma dilakukan dengan cara membandingkan gejala keracunan yang terjadi pada petak perlakuan dosis uji herbisida dengan petak kontrol. Pengamatan persentase keracunan gulma total ini bersamaan dengan pengamatan persentase penutupan gulma total yaitu pada 2, 4, 8, dan 12 MSA.

3.6.3 Bobot kering gulma total dan dominan

Pengambilan contoh gulma dilakukan sebelum dan sesudah aplikasi herbisida menggunakan kuadran berukuran 0,5 m x 0,5 m sebanyak 2 titik pada setiap petak percobaan. Tata letak pengambilan contoh gulma dapat dilihat pada Gambar 4.

3.6.3.1 Sebelum aplikasi

Variabel yang diukur pada pengambilan contoh gulma yaitu biomassa tiap spesies gulma yang akan digunakan untuk keperluan analisis vegetasi awal dengan metode *Summed Dominance Ratio* (SDR). Pengambilan sampel gulma hanya dilakukan pada petak perlakuan penyiangan manual.

3.6.3.2 Sesudah aplikasi

Variabel yang diukur adalah biomassa tiap spesies gulma. Pengamatan dilakukan pada 2, 4, 8, dan 12 MSA. Tata letak pengambilan contoh gulma ditetapkan secara sistematis seperti pada Gambar 4.

Contoh gulma yang telah diambil dipisahkan berdasarkan spesiesnya. Kemudian contoh gulma tersebut dioven dengan suhu 80°C selama 48 jam sehingga mencapai bobot kering konstan dan ditimbang untuk mendapat data bobot keringnya.

Dari data bobot kering dapat dihitung nilai SDR dari masing-masing spesies gulma yang ada pada petak percobaan, yang kemudian akan menggambarkan dominansi gulma pada petak percobaan tersebut. Nilai SDR gulma diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

a. Dominansi Mutlak (DM)

Bobot kering jenis gulma tertentu dalam petak contoh.

b. Dominansi Nisbi (DN)

$$\text{Dominansi Nisbi} = \frac{\text{DM jenis gulma tertentu}}{\text{DM semua spesies}} \times 100\%$$

c. Frekuensi Mutlak (FM)

Jumlah kemunculan gulma tertentu pada setiap ulangan.

d. Frekuensi Nisbi (FN)

$$\text{Frekuensi Nisbi} = \frac{\text{FM jenis gulma tertentu}}{\text{Total FM semua jenis gulma}} \times 100\%$$

e. Nilai Penting (NP)

Jumlah nilai semua peubah nisbi yang digunakan (DN + FN)

f. Summed Dominance Ratio (SDR)

$$\text{SDR} = \frac{\text{Nilai Penting}}{\text{Jumlah Nilai Peubah}} = \frac{\text{NP}}{2}$$

3.6.4 Fitotoksisitas tanaman kopi

Fitotoksisitas atau tingkat keracunan tanaman kopi terhadap herbisida parakuat diklorida dinilai secara visual dengan cara membandingkan gejala keracunan tanaman kopi yang terjadi pada petak perlakuan dosis uji herbisida dengan petak kontrol. Pengamatan tersebut dilakukan pada 2, 4, 8, dan 12 MSA dengan nilai skoring sebagai berikut:

- 0 = tidak ada keracunan, 0–10% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.
- 1 = keracunan ringan, > 10–20% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.
- 2 = keracunan sedang, > 20–50% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.
- 3 = keracunan berat, > 50–75% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.
- 4 = keracunan sangat berat, >75% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Herbisida parakuat diklorida dengan dosis 414–966 g/ha mampu menekan pertumbuhan gulma total sampai dengan 12 MSA.
2. Herbisida parakuat diklorida dosis 414–966 g/ha mampu mengendalikan gulma dominan *Cyrtococcum acrescens* hingga 12 MSA, sedangkan gulma *Setaria plicata* dan *Asystasia gangetica* mampu dikendalikan herbisida parakuat diklorida dosis 414–966 g/ha hingga 8 MSA.
3. Seluruh dosis parakuat diklorida yang digunakan untuk mengendalikan gulma tidak menyebabkan gejala keracunan pada tanaman kopi robusta hingga 12 MSA.

5.2 Saran

Dosis parakuat diklorida yang direkomendasikan berdasarkan penelitian ini adalah 414 g/ha, karena pada dosis tersebut herbisida parakuat diklorida sudah mampu menekan pertumbuhan gulma total. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengurangi dosis herbisida parakuat diklorida dari dosis yang direkomendasikan, agar kita dapat mengetahui apakah dosis yang lebih rendah juga mampu mengendalikan pertumbuhan gulma total pada tanaman kopi.

PUSTAKA ACUAN

- AAK. 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius. Yogyakarta. 148 hlm.
- Adnan, Hasanuddin, dan Manfarizah. 2012. *Aplikasi Beberapa Dosis Herbisida Glifosat dan Paraquat pada Sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) Serta Pengaruhnya terhadap Sifat Kimia Tanah, Karakteristik Gulma dan Hasil Kedelai*. *Jurnal Agrista*. 16 (3): 135– 145.
- Barus, E. 2003. *Pengendalian Gulma di Perkebunan: Efektivitas dan Efisiensi Aplikasi Herbisida*. Kanisius. Yogyakarta. 103 hlm.
- Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. 2007. *Daftar Bahan Aktif Pestisida Yang Dilarang dan Pestisida Terbatas*. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Medan. 7 hal. <http://ditjenbun.pertanian.go.id>. Diakses tanggal 10 Januari 2015.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Pertanian dan Pertambangan: Perkebunan*. <http://www.bps.go.id/>. Diakses tanggal 9 Desember 2014.
- Britt, C., M. Alison., K. Francis, and T. Adrian. 2003. *The Herbicide Handbook: Guidance on The Use of Herbicides on Nature Conservation Sites*. English Nature in association with FACT. Wetherby. 145 p.
- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. 2012. *Pestisida Terdaftar dan Diizinkan - 2012*. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. Jakarta. 672 hal. <http://psp.deptan.go.id>. Diakses tanggal 10 Januari 2015.
- Djojosumarto, P. 2008. *Panduan Lengkap Pestisida & Aplikasinya*. Jakarta. AgroMedia Pustaka. 340 hlm.
- Era, Y., Safni, dan H. Suyani. 2008. *Degradasi Senyawa Paraquat dalam Pestisida Gramoxone® Secara Fotolisis dengan Penambahan TiO₂-Anatase*. *J. Ris. Kim.* 2 (1): 94– 100.
- Erida, G. dan H. Evisa. 2010. *Aplikasi Beberapa Dosis Herbisida Paraquat pada Biduri dengan Umur yang Berbeda*. *J. Floratek*. 5: 94– 102.

- Ernawati, Rr., R. W. Arief, dan Slameto. 2008. *Teknologi Budidaya Kopi Poliklonal*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 22 hal .
<http://lampung.litbang.pertanian.go.id>. Diakses tanggal 22 Desember 2014.
- Fenny. 2010. *Uji Efektivitas Paraquat, Glifosat, dan Glufosinat secara Tunggal dan Campuran terhadap Pakis Kawat (Gleichenia lineraris) di Perkebunan Karet*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Girsang, W. 2005. *Pengaruh Tingkat Dosis Herbisida Isopropilamina Glifosat dan Selang Waktu Terjadinya Pencucian setelah Aplikasi terhadap Eektivitas Pengendalian Gulma pada Perkebunan Karet (Hevea brasiliensis) TMB*. Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian. 3 (2): 31– 36.
- Hastuti, D., Rusmana, dan Z. Krisdianto. 2015. *Respons Pertumbuhan Gulma Tukulan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) terhadap Pemberian Beberapa Jenis dan Dosis Herbisida di PTPN VIII Kebun Cisolak Baru*. Jur. Agroekotek. 6 (2): 178–187.
- Komisi Pestisida. 2006. *Pestisida Terdaftar (Petanian dan Kehutanan)*. Departemen Pertanian. Jakarta. 574 hlm.
- Ledoh, S.M.F., H.E. Wogo, dan S. Arianti. 2010. *Laju Adsorpsi dan Desorpsi Paraquat pada Tanah Pertanian Desa Oesao Kecamatan Kupang Timur*. Molekul. 5 (1): 1–9.
- Moenandir, J. 1993. *Persaingan Tanaman Budidaya dengan Gulma (Ilmu Gulma: Buku III)*. RajaGrafindo Persada. Jakarta. 102 hlm.
- _____. 2010. *Ilmu Gulma*. Universitas Brawijaya Press. Malang. 162 hlm.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2001. *Kopi: Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta. 192 hlm.
- Priwiratama, H. 2011. *Informasi Organisme Pengganggu Tanaman “A. gangetica (L.) subsp. micrantha (Nees)”*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
http://iopri.org/jdownloads/OPT%20Info/Gulma/asistasia_gangetica_subsp_micrantha_.pdf. Diakses tanggal 20 September 2015.
- Pujisiswanto, H. 2012. *Kajian Daya Racun Cuka (Asam Asetat) terhadap Pertumbuhan Gulma pada Persiapan Lahan*. Agrin. 16 (1): 40– 48.
- Sarbino dan E. Syahputra. 2012. *Keefektifan Parakuat Diklorida sebagai Herbisida untuk Persiapan Tanam Padi Tanpa Olah Tanah di Lahan Pasang Surut*. J. Perkebunan & Lahan Tropika. 2 (1): 15– 22.
- Sembodo, D.R.J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 166 hlm.

- Sriyani, N. 2010. *Pengelolaan Gulma dan Herbisida untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian Secara Berkelanjutan: Pidato Ilmiah Pengukuhan Guru Besar Bidang Pengelolaan Gulma dan Herbisida Fakultas Pertanian Universitas Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 80 hlm.
- Sukman, Y. dan Yakup. 1995. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta. 152 hlm.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Budi Daya Tanaman Kopi*. Nuansa Aulia. Bandung. 192 hlm.
- Tomlin, C.D.S. 2010. *The Pesticide Manual Version 5.0 (fifteenth edition)*. British Crop Protection Council. 589 hlm.
- Wibawa, W. dan D. Sugandi. 2014. *Herbisida Efektif, Efisien dan Ramah Lingkungan untuk Pengendalian Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat di Provinsi Bengkulu*. Prosiding Inovasi Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bengkulu. 191– 197 hlm.