

**EFIKASI HERBISIDA KALIUM GLIFOSAT TERHADAP WAKTU  
TURUN HUJAN SETELAH APLIKASI PADA PENGENDALIAN  
BEBERAPA SPESIES GULMA**

Skripsi

Oleh

IVAN BANGKIT PRIAMBODO



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

## **ABSTRAK**

### **EFIKASI HERBISIDA KALIUM GLIFOSAT TERHADAP WAKTU TURUN HUJAN SETELAH APLIKASI PADA PENGENDALIAN BEBERAPA SPESIES GULMA**

**Oleh**

**IVAN BANGKIT PRIAMBODO**

Herbisida glifosat merupakan herbisida yang sering digunakan dan memiliki spektrum daya kendali yang luas. Salah satu kekurangan herbisida berbahan aktif glifosat adalah efektivitasnya menurun akibat turun hujan setelah aplikasi, karena terjadi pencucian. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas herbisida kalium glifosat dalam menekan pertumbuhan gulma pada beberapa tingkatan waktu turunnya hujan setelah aplikasi herbisida.

Penelitian dilakukan di rumah plastik kebun penelitian di Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan dan Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Januari hingga Februari 2017. Penelitian ini menggunakan Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS) yang terdiri atas 7 perlakuan dan 4 ulangan. Sebagai perlakuan adalah waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan dosis 1320 g/ha yang terdiri atas 0, 0,5, 1, 2, dan 4 jam setelah aplikasi (JSA), tanpa hujan, serta tanpa aplikasi herbisida (kontrol). Perlakuan diterapkan pada 6 spesies

gulma, yaitu *Asystasia gangetica*, *Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, *Digitaria ciliaris*, *Cyperus rotundus*, dan *Cyperus kyllingia*. Homogenitas ragam data diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi data dianalisis ragam dan perbedaan nilai tengah data setiap perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa herbisida kalium glifosat efektif mengendalikan pertumbuhan gulma total, golongan daun lebar (*Ageratum conyzoides*), golongan rumput (*Rottboellia exaltata* dan *Digitaria ciliaris*), dan golongan teki (*Cyperus rotundus* dan *Cyperus kyllingia*) meskipun langsung dihujani setelah aplikasi, namun tidak efektif mengendalikan pertumbuhan gulma *Asystasia gangetica*.

Kata kunci: gulma, herbisida kalium glifosat, hujan.

**EFIKASI HERBISIDA KALIUM GLIFOSAT TERHADAP  
WAKTU TURUN HUJAN SETELAH APLIKASI PADA  
PENGENDALIAN BEBERAPA SPESIES GULMA**

Oleh  
**Ivan Bangkit Priambodo**

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

pada  
Jurusan Agroteknologi  
**Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

Judul Skripsi : **EFIKASI HERBISIDA KALIUM GLIFOSAT  
TERHADAP WAKTU TURUN HUJAN  
SETELAH APLIKASI PADA PENGENDALIAN  
BEBERAPA SPESIES GULMA**

Nama Mahasiswa : **Ivan Bangkit Priambodo**

NPM : 1314121091

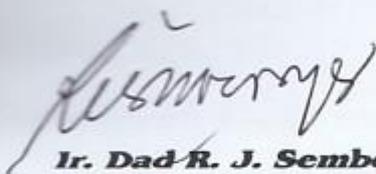
Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

**Menyetujui,**

**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing Utama**



**Ir. Dad R. J. Sembodo, M.S.**  
NIP 196204221986031001

**Pembimbing Kedua**



**Ir. Suglatno, M.S.**  
NIP 196002261986031004

**2. Ketua Jurusan Agroteknologi**

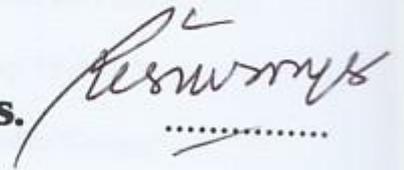


**Prof. Dr. Ir. Sri Yumnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001

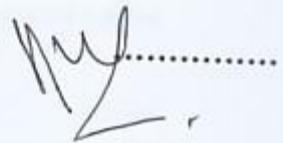
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

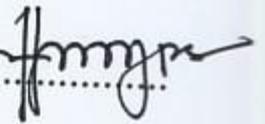
**Ketua : Ir. Dad R. J. Sembodo, M.S.**



**Sekretaris : Ir. Sugiatno, M.S.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP 196110201986031002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 29 Agustus 2017**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan karya tulis atau skripsi saya yang berjudul **“Efikasi Herbisida Kalium Glifosat terhadap Waktu Turun Hujan Setelah Aplikasi pada Pengendalian Beberapa Spesies Gulma”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain dan belum pernah diajukan. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila di kemudian hari terbukti merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

**Bandar Lampung,**

**Penulis**



Ivan Bangkit Priambodo  
NPM 1314121091

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 20 Mei 1995, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, buah hati dari pasangan Bapak Suponco Winarno dan Ibu Puji Haryanti. Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Srengsem pada tahun 2000 dan diselesaikan pada tahun 2001. Penulis melanjutkan ke sekolah dasar di SD Negeri 1 Karang Maritim Bandar Lampung selesai pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2010 lalu melanjutkan pendidikan ke SMA Yayasan Pembina (YP) Unila Bandar Lampung pada tahun 2010 selesai pada tahun 2013.

Pada tahun 2013, penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri Undangan (SNMPTN Undangan).

Penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Ilmu dan Teknik Pengendalian Gulma, Dasar-dasar Perlindungan Tanaman, Bahasa Inggris, dan Herbisida Lingkungan. Selain itu, penulis juga aktif di bidang organisasi yaitu menjadi staf bidang kaderisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi periode 2016-2017 dan Kepala Biro Kaderisasi Komunitas Integritas (KOIN) Unila periode 2015-2016.

Dengan segala kerendahan hati, tiada kata yang lebih indah selain mengucapkan syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan nikmat yang Kau berikan selama ini.

Kupersembahkan karya kecilku ini untuk manusia yang paling aku cinta dan rindukan Rasulullah Muhammad Salallahu 'alaihi wassalam dan sahabatnya-sahabatnya, serta seluruh hamba yang mencintai Allah SWT.

Kupersembahkan karya kecilku ini juga kepada Bapak dan Ibuku tercinta Suponco Winarno dan Puji Haryanti yang selalu mendoakanku, Kakak tercinta Endang Septiana dan Deny Indra Winanrno, serta seluruh petani Indonesia yang telah memberikan kehidupan.

Serta almamaterku tercinta

Universitas Lampung

**“MAKA NIKMAT TUHANMU MANA LAGI YANG KAMU DUSTAKAN”**

**(Q.S. Ar-Rahman : 13)**

**“BARANG SIAPA YANG BERTAQWA KEPADA ALLAH MAKA DIA AKAN  
MENJADIKAN JALAN KELUAR BAGINYA, DAN MEMBERINYA REZEKI DARI JALAN  
YANG TIDAK IA SANGKA”**

**(Q.S. Ath-Thalaq : 2-3)**

**“Selesaikan TUGAS dengan KEJUJURAN Karena Kita Masih Bisa  
Makan Nasi dengan Garam”**

**(Jenderal Hoegeng Imam Santoso : Kapolri 1968 – 1971)**

**“Anak muda memang minim pengalaman, karena itu ia tak tawarkan masa  
lalu. ANAK MUDA MENAWARKAN MASA DEPAN!”**

**(Anies Baswedan)**

## SANWACANA

Puji syukur selalu penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul “Efikasi Herbisida Kalium Glifosat terhadap Waktu Turun Hujan Setelah Aplikasi pada Pengendalian Berbagai Spesies Gulma” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Universitas Lampung.

Selama penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Dad R. J. Sembodo, M.S., selaku pembimbing pertama atas ide penelitian, bimbingan, saran, serta kesabaran dalam memberikan bimbingannya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Ir. Sugiarno, M.S., selaku pembimbing kedua atas saran dan bimbingannya serta nasihat-nasihatnya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Hidayat Pujiswanto, S.P., M.P., selaku pembahas bukan pembimbing yang telah memberikan kritik dan sarannya dalam penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Radix Suharjo, S.P., M.Sc., P.hD., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan nasihat selama kegiatan perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi yang telah membantu dalam administrasi penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membantu administrasi skripsi.
7. Orang tua penulis Bapak Suponco Winarno dan Ibu Puji Haryanti yang selalu memberikan motivasi, semangat, do'a-do'a sucinya, sungguh begitu berarti keberadaan kalian dalam hidupku.
8. Kedua kakakku tercinta Endang Septiana dan Deny Indra Winarno, S. Kom., yang selalu memberikan dorongan dan semangat kepadaku.
9. Bapak Khoiri yang selalu memberikan kritik dan nasihat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.
10. Teman-temanku seperjuangan penelitian gulma Erni, Aji, Hendi, Eko, Irfan, Endah, Umi, Ode, Dedi, dan Arif terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya yang luar biasa.
11. Kakak-kakak seniorku peneliti gulma Mba Nana, Bang Danny, Bang Anang, Mba Citra, Mba Damay, Bang Agus Bayuga, Bang Agustinus, Bang Ardi, Mba Cindy, dan Mba Aulia yang telah memberikan bantuan, semangat, dan arahan dengan sabar.
12. Teman-teman karibku Sugeng, Roby, Faris, Irfan PP, Putri, Sheilla, Chintara, Dina, Yamatri, Gita, Ade, Bang Yohan, Udin, dan Ade Yulistia yang telah menemani penulis selama ini.

13. Sahabat-sahabatku tercinta Azil, Bambang, Rama, Manda, Khairul, Dirga, Pungky, Herwin, Dea, Chyntia, Tribun, Haris, Hafiz, Asa, Andre, Vienna, Rere, dan Veri yang telah memberikan doa dan masukan kepada penulis.

Dengan ketulusan hati penulis menyampaikan terima kasih dan semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka, semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Oktober 2017

**IVAN BANGKIT PRIAMBODO**

## DAFTAR ISI

|  | Halaman     |
|--|-------------|
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                            | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                           | <b>xiii</b> |
| <b>I. PENDAHULUAN .....</b>                          | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang dan Masalah .....                 | 1           |
| 1.2 Tujuan Penelitian .....                          | 3           |
| 1.3 Landasan Teori .....                             | 4           |
| 1.4 Kerangka Pemikiran .....                         | 6           |
| 1.5 Hipotesis .....                                  | 7           |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                    | <b>8</b>    |
| 2.1 Gulma .....                                      | 8           |
| 2.1.1 <i>Gulma Asystasia gangetica</i> .....         | 9           |
| 2.1.2 <i>Gulma Ageratum conyzoides</i> .....         | 11          |
| 2.1.3 <i>Gulma Rottboellia exaltata</i> .....        | 12          |
| 2.1.4 <i>Gulma Digitaria ciliaris</i> .....          | 13          |
| 2.1.5 <i>Gulma Cyperus rotundus</i> .....            | 15          |
| 2.1.6 <i>Gulma Cyperus kyllingia</i> .....           | 17          |
| 2.2 Pengendalian Gulma Secara Kimiawi .....          | 18          |
| 2.3 Herbisida .....                                  | 19          |
| 2.3.1 <i>Herbisida kalium glifosat</i> .....         | 19          |
| 2.3.2 <i>Formulasi herbisida</i> .....               | 21          |
| 2.3.3 <i>Waktu aplikasi herbisida glifosat</i> ..... | 26          |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.4 Peranan Air Hujan.....  | 27        |
| <b>III. BAHAN DAN METODE .....</b>  | <b>32</b> |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....   | 32        |
| 3.2 Bahan dan Alat .....  | 32        |
| 3.3 Metode Penelitian .....   | 33        |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian .....  | 34        |
| 3.4.1 Tata letak perlakuan .....  | 34        |
| 3.4.2 Penanaman dan pemeliharaan gulma .....  | 35        |
| 3.4.3 Aplikasi herbisida .....  | 35        |
| 3.4.4 Simulasi curah hujan .....  | 36        |
| 3.5 Pengamatan .....  | 38        |
| 3.5.1 Persentase keracunan gulma .....  | 39        |
| 3.5.2 Bobot kering gulma .....  | 39        |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>  | <b>40</b> |
| 4.1 Pengaruh Waktu Turun Hujan terhadap Efikasi Herbisida Kalium Glifosat pada Gulma Total .....              | 40        |
| 4.1.1 Persentase keracunan gulma total .....  | 40        |
| 4.1.2 Bobot kering dan persentase kerusakan gulma total .....   | 42        |
| 4.2 Pengaruh Waktu Turun Hujan terhadap Efikasi Herbisida Kalium Glifosat pada Gulma Golongan Daun Lebar..... | 44        |
| 4.2.1 Persentase keracunan gulma golongan daun lebar.....   | 44        |
| 4.2.2 Bobot kering dan persentase kerusakan gulma golongan daun lebar.....                                    | 46        |
| 4.3 Pengaruh Waktu Turun Hujan terhadap Efikasi Herbisida Kalium Glifosat pada Gulma Golongan Rumput.....     | 47        |
| 4.3.1 Persentase keracunan gulma golongan rumput.....   | 47        |
| 4.3.2 Bobot kering dan persentase kerusakan gulma golongan rumput.....  | 50        |
| 4.4 Pengaruh Waktu Turun Hujan terhadap Efikasi Herbisida Kalium Glifosat pada Gulma Golongan Teki .....      | 51        |

|                           |   |           |
|---------------------------|---|-----------|
| 4.4.1                     | <i>Persentase keracunan gulma golongan teki .....</i>   | 51        |
| 4.4.2                     | <i>Bobot kering dan persentase kerusakan gulma golongan teki .....</i>                                  | 54        |
| 4.5                       | Pengaruh Waktu Turun Hujan terhadap Efikasi Herbisida Kalium Glifosat pada Beberapa Spesies Gulma ..... | 55        |
| 4.6                       | Rekomendasi .....   | 88        |
| <b>V.</b>                 | <b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>   | <b>89</b> |
| 5.1                       | Kesimpulan .....  | 89        |
| 5.2                       | Saran .....   | 90        |
| <br><b>DAFTAR PUSTAKA</b> |   |           |
| <br><b>LAMPIRAN</b>       |   |           |
|                           | Tabel 22-86 .....   | 97-130    |

## DAFTAR TABEL

| Tabel  | Halaman |
|--|---------|
| 1. Susunan perlakuan .....   | 33      |
| 2. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma total.....  | 42      |
| 3. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma total .....               | 43      |
| 4. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma golongan daun lebar .....   | 46      |
| 5. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma golongan daun lebar ..... | 47      |
| 6. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma golongan rumput .....   | 50      |
| 7. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma golongan rumput .....     | 51      |
| 8. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma golongan teki.....  | 54      |
| 9. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma golongan teki .....       | 55      |
| 10. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....   | 57      |

| Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| 11. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....  | 60      |
| 12. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma <i>Ageratum conyzoides</i> .....  | 62      |
| 13. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma <i>Ageratum conyzoides</i> .....  | 65      |
| 14. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma <i>Rottboellia exaltata</i> .....   | 68      |
| 15. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma <i>Rottboellia exaltata</i> ..... | 70      |
| 16. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....   | 73      |
| 17. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....   | 76      |
| 18. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma <i>Cyperus rotundus</i> .....   | 78      |
| 19. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma <i>Cyperus rotundus</i> .....     | 81      |
| 20. Penurunan tingkat keracunan herbisida kalium glifosat akibat hujan pada gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....  | 83      |
| 21. Pengaruh waktu turun hujan terhadap penurunan daya tekan herbisida kalium glifosat, bobot kering gulma, dan persentase kerusakan gulma pada gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....    | 85      |
| 22. Data persen keracunan gulma total, golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki tanpa pengaplikasian herbisida kalium glifosat .....                                     | 97      |

| Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| 23. Data persen keracunan gulma <i>Asystasia gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Rottboellia exaltata</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , dan <i>Cyperus kyllingia</i> tanpa pengaplikasian herbisida kalium glifosat .....                       | 98      |
| 24. Data persen keracunan gulma total, golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 0 JSA.....   | 99      |
| 25. Data persen keracunan gulma <i>Asystasia gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Rottboellia exaltata</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , dan <i>Cyperus kyllingia</i> akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 0 JSA.....   | 100     |
| 26. Data persen keracunan gulma total, golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 0,5 JSA.....   | 101     |
| 27. Data persen keracunan gulma <i>Asystasia gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Rottboellia exaltata</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , dan <i>Cyperus kyllingia</i> akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 0,5 JSA..... | 102     |
| 28. Data persen keracunan gulma total, golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 1 JSA.....   | 103     |
| 29. Data persen keracunan gulma <i>Asystasia gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Rottboellia exaltata</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , dan <i>Cyperus kyllingia</i> akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 1 JSA.....   | 104     |
| 30. Data persen keracunan gulma total, golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 2 JSA.....   | 105     |
| 31. Data persen keracunan gulma <i>Asystasia gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Rottboellia exaltata</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , dan <i>Cyperus kyllingia</i> akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 2 JSA.....   | 106     |
| 32. Data persen keracunan gulma total, golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujikan 4 JSA.....   | 107     |

| Tabel  | Halaman |
|--|---------|
| 33. Data persen keracunan gulma <i>Asystasia gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Rottboellia exaltata</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , dan <i>Cyperus kyllingia</i> akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat yang diujani 4 JSA..... | 108     |
| 34. Data persen keracunan gulma total, golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat tanpa diujani .....   | 109     |
| 35. Data persen keracunan gulma <i>Asystasia gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Rottboellia exaltata</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , dan <i>Cyperus kyllingia</i> akibat pengaplikasian herbisida kalium glifosat tanpa diujani .....     | 110     |
| 36. Data bobot kering gulma total .....  | 111     |
| 37. Analisis ragam bobot kering gulma total.....   | 111     |
| 38. Data persentase kerusakan gulma total.....   | 111     |
| 39. Analisis ragam persentase kerusakan gulma total .....  | 112     |
| 40. Data bobot kering gulma golongan daun lebar.....   | 113     |
| 41. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma golongan daun lebar.....   | 113     |
| 42. Analisis ragam bobot kering gulma golongan daun lebar .....  | 113     |
| 43. Data persentase kerusakan gulma golongan daun lebar .....  | 114     |
| 44. Analisis ragam persentase kerusakan gulma golongan daun lebar.....   | 114     |
| 45. Data bobot kering gulma golongan rumput.....   | 115     |
| 46. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma golongan rumput.....   | 115     |
| 47. Analisis ragam bobot kering gulma golongan rumput .....  | 115     |
| 48. Data persentase kerusakan gulma golongan rumput .....  | 116     |
| 49. Analisis ragam persentase kerusakan gulma golongan rumput.....   | 116     |
| 50. Data bobot kering gulma golongan teki .....  | 117     |
| 51. Transformasi $((x+0,5))$ bobot kering gulma golongan teki.....   | 117     |

| Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| 52. Analisis ragam bobot kering gulma golongan teki.....                                | 117     |
| 53. Data persentase kerusakan gulma golongan teki.....                                  | 118     |
| 54. Analisis ragam persentase kerusakan gulma golongan teki .....                       | 118     |
| 55. Data bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....                            | 119     |
| 56. Transformasi (x+0,5) bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....            | 119     |
| 57. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....                  | 119     |
| 58. Data persentase kerusakan gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....                    | 120     |
| 59. Transformasi ( (x+0,5)) persentase kerusakan gulma <i>Asystasia gangetica</i> ..... | 120     |
| 60. Analisis ragam persentase kerusakan gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....          | 120     |
| 61. Data bobot kering gulma <i>Ageratum conyzoides</i> .....                            | 121     |
| 62. Transformasi (x+0,5) bobot kering gulma <i>Ageratum conyzoides</i> ....             | 121     |
| 63. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Ageratum conyzoides</i> .....                  | 121     |
| 64. Data persentase kerusakan gulma <i>Ageratum conyzoides</i> .....                    | 122     |
| 65. Analisis ragam persentase kerusakan gulma <i>Ageratum conyzoides</i> ...            | 122     |
| 66. Data bobot kering gulma <i>Rottboellia exaltata</i> .....                           | 123     |
| 67. Transformasi (x+0,5) bobot kering gulma <i>Rottboellia exaltata</i> .....           | 123     |
| 68. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Rottboellia exaltata</i> .....                 | 123     |
| 69. Data persentase kerusakan gulma <i>Rottboellia exaltata</i> .....                   | 124     |
| 70. Analisis ragam persentase kerusakan gulma <i>Rottboellia exaltata</i> .....         | 124     |
| 71. Data bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....                             | 125     |
| 72. Transformasi (x+0,5) bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....             | 125     |
| 73. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....                   | 125     |
| 74. Data persentase kerusakan gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....                     | 126     |

| Tabel  | Halaman |
|--|---------|
| 75. Analisis ragam persentase kerusakan gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....        | 126     |
| 76. Data bobot kering gulma <i>Cyperus rotundus</i> .....                            | 127     |
| 77. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma <i>Cyperus rotundus</i> .....          | 127     |
| 78. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyperus rotundus</i> .....                  | 127     |
| 79. Data persentase kerusakan gulma <i>Cyperus rotundus</i> .....                    | 128     |
| 80. Analisis ragam persentase kerusakan gulma <i>Cyperus rotundus</i> .....          | 128     |
| 81. Data bobot kering gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....                           | 129     |
| 82. Transformasi $((x+0,5))$ bobot kering gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....       | 129     |
| 83. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....                 | 129     |
| 84. Data persentase kerusakan gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....                   | 130     |
| 85. Transformasi $(x+0,5)$ persentase kerusakan gulma <i>Cyperus kyllingia</i> ..... | 130     |
| 86. Analisis ragam persentase kerusakan gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....         | 130     |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 1. <i>Asystasia gangetica</i> .....  | 10      |
| 2. <i>Ageratum conyzoides</i> .....  | 12      |
| 3. <i>Rottboellia exaltata</i> .....   | 13      |
| 4. <i>Digitaria ciliaris</i> .....   | 15      |
| 5. <i>Cyperus rotundus</i> .....   | 16      |
| 6. <i>Cyperus kyllingia</i> .....  | 17      |
| 7. Rumus bangun herbisida kalium glifosat .....  | 19      |
| 8. Tata letak perlakuan .....  | 34      |
| 9. Kalibrasi curah hujan .....   | 37      |
| 10. Aplikasi curah hujan .....   | 38      |
| 11. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma total pada waktu pengamatan berbeda .....               | 41      |
| 12. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma golongan daun lebar pada waktu pengamatan berbeda ..... | 44      |
| 13. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma golongan rumput pada waktu pengamatan berbeda .....     | 48      |
| 14. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma golongan teki pada waktu pengamatan berbeda .....       | 52      |

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 15. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma <i>Asystasia gangetica</i> pada waktu pengamatan berbeda .....  | 56      |
| 16. Kondisi gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....   | 59      |
| 17. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma <i>Ageratum conyzoides</i> pada waktu pengamatan berbeda .....  | 61      |
| 18. Kondisi gulma <i>Ageratum conyzoides</i> .....   | 63      |
| 19. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma <i>Rottboellia exaltata</i> pada waktu pengamatan berbeda ..... | 66      |
| 20. Kondisi gulma <i>Rottboellia exaltata</i> .....  | 69      |
| 21. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada waktu pengamatan berbeda .....   | 71      |
| 22. Kondisi gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....  | 74      |
| 23. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma <i>Cyperus rotundus</i> pada waktu pengamatan berbeda .....     | 77      |
| 24. Kondisi gulma <i>Cyperus rotundus</i> .....  | 79      |
| 25. Hubungan antara waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat dengan persen keracunan gulma <i>Cyperus kyllingia</i> pada waktu pengamatan berbeda .....    | 82      |
| 26. Kondisi gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....   | 84      |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Musim penghujan di Indonesia terjadi antara Bulan September sampai dengan Bulan Maret. Curah hujan merupakan unsur penting yang berpengaruh pada produksi pertanian dan ketahanan pangan. Menurut Latiri, dkk. (2010) *dalam* Suciantini (2015), curah hujan berkorelasi tinggi dengan komponen hasil tanaman. Di sisi lain, pada musim hujan akan timbul masalah, yaitu peningkatan kuantitas gulma (National Academy of Sciences, 1968; Santoso, 1992).

Gulma merupakan jenis tumbuhan yang mengganggu atau merugikan kepentingan manusia sehingga manusia berusaha untuk mengendalikannya (Sembodo, 2010). Menurut Moenandir (1993), keberadaan gulma di areal pertanaman akan merugikan karena gulma bersaing dengan tanaman dalam memanfaatkan nutrisi, cahaya, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan air, serta secara tidak langsung melalui peristiwa alelopati.

Gulma yang tumbuh pada areal tanaman akan mengalami kompetisi sehingga menimbulkan efek negatif bagi tanaman. Pada prinsipnya kompetisi antara gulma dengan tanaman akan menimbulkan kerugian. Gulma dan tanaman akan sama-sama dirugikan (Sembodo, 2010). Kepentingan petani adalah mendapatkan produksi tanaman yang tinggi, sehingga kerugian tanaman akibat gulma selalu

diperhatikan. Kompetisi gulma terhadap tanaman budidaya dapat menurunkan hasil sebesar 20 - 80% bila gulma tidak dikendalikan (Moenandir, 1985 *dalam* Syahputra, dkk., 2011).

Beberapa cara mencegah penurunan hasil tanaman akibat gulma adalah mengendalikan secara kimiawi, mekanis, maupun manual. Pada beberapa areal tanaman budidaya di Indonesia pengendalian gulma dilakukan secara kimiawi dengan herbisida. Menurut Barus (2003), metode pengendalian secara kimiawi dengan herbisida dianggap lebih praktis dan menguntungkan, karena dapat mempercepat pekerjaan pengendalian dan menghemat biaya dari segi kebutuhan tenaga kerja dibandingkan metode pengendalian lainnya. Namun, pada kondisi musim hujan herbisida akan berkurang efektivitasnya karena dapat tercuci (National Academy of Sciences, 1968).

Pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida diperlukan pengetahuan dasar tentang cara pemakaian, ketepatan dosis, dan waktu aplikasi (Djojsumarto, 2000 *dalam* Girsang, 2005). Ketepatan waktu aplikasi herbisida menjadi salah satu hal terpenting dalam pengendalian gulma. Kondisi cuaca yang mengindikasikan akan turun hujan lebih baik dihindari, karena akan terjadi pencucian yang mengurangi efektivitas herbisida (Reddy dan Singh, 1992). Oleh karena itu, diperlukan herbisida yang tetap efektif mengendalikan gulma meskipun turun hujan.

Herbisida dengan bahan aktif glifosat merupakan salah satu herbisida yang sering digunakan dan memiliki izin dari komisi pestisida. Herbisida glifosat adalah

herbisida yang memiliki spektrum pengendalian luas yang bersifat tidak selektif. Berdasarkan waktu aplikasinya, glifosat termasuk sebagai herbisida pascatumbuh yang lebih efektif untuk gulma semusim dan tahunan. Herbisida ini diabsorpsi oleh daun dan ditranslokasikan dalam tumbuhan yang berlangsung secara sistemik, yaitu melalui jaringan hidup dan pembuluh utama floem menuju ke jaringan meristem (Sriyani, 2016).

Herbisida glifosat harus bebas hujan 6 – 8 jam setelah aplikasi (Field dan Bishop, 1988 *dalam* Reddy dan Singh, 1992). Bahan tambahan dalam formulasi herbisida dapat meningkatkan daya kerja herbisida. Dalam hal ini surfaktan atau ajuvan yang memiliki kelebihan untuk meningkatkan kemampuan mendispersi/mengemulsi, menyerap, menyebarkan, dan menempel (Miller dan Westra, 1998). Oleh karena itu, perbedaan formulasi herbisida menentukan daya kerja dan selektivitasnya. Keberhasilan pengendalian gulma dapat diketahui dengan dilakukan pengujian untuk mengetahui efikasi herbisida kalium glifosat terhadap saat turun hujan dalam mengendalikan beberapa spesies gulma.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan pengujian ketahanan herbisida kalium glifosat terhadap saat turun hujan setelah aplikasi adalah mengetahui kemampuan herbisida glifosat dalam menekan pertumbuhan gulma pada beberapa tingkatan waktu turunnya hujan setelah herbisida diaplikasikan pada beberapa spesies gulma.

### 1.3 Landasan Teori

Hujan merupakan komponen kunci dalam siklus hidrologi pada sistem iklim bumi yang berperan sentral dalam proses yang menghubungkan daratan, udara, dan lautan (Wang dan Linho, 2001). Musim hujan memiliki manfaat bagi pertanian, botani, dan lingkungan yaitu menetapkan waktu yang efektif untuk budidaya tanaman, mengestimasi panjang musim, mendukung perkecambahan dan pertumbuhan biji, dan mendukung perkembangan tanaman (Aviad, dkk., 2003). Namun, musim hujan menyebabkan muncul masalah yaitu peningkatan jumlah gulma yang tumbuh (National Academy of Sciences, 1968; Santoso, 1992).

Menurut Sembodo (2010), gulma adalah tumbuhan yang mengganggu atau merugikan kepentingan manusia sehingga manusia berusaha untuk terus mengendalikannya. Pengaruh buruk gulma di dalam dan di sekitar tanaman adalah mengurangi kuantitas dan kualitas hasil tanaman, menjadi inang bagi serangga, penyakit, dan hama, mengurangi efisiensi panen, dan beracun untuk makanan ternak (Fryer dan Matsunaka, 1988).

Salah satu cara pengendalian gulma adalah dengan cara kimia yaitu menggunakan herbisida. Keunggulan dari aplikasi herbisida menyangkut kebutuhan tenaga kerja yang lebih sedikit, kemampuan dalam mengendalikan gulma secara cepat, efektif, dan mengurangi kerusakan akar serta memperkecil terjadinya erosi tanah (Mulyati, 2004). Namun, pengendalian gulma dengan aplikasi herbisida pada musim hujan tidak efektif karena penyemprotan yang diikuti hujan akan membuat herbisida tercuci (National Academy of Sciences, 1968).

Menurut Djojsumarto (2000) *dalam* Girsang (2005), waktu aplikasi herbisida yang paling tepat adalah pada saat pertumbuhan gulma yang paling rentan terhadap jenis herbisida yang digunakan dan dalam kondisi lingkungan yang mendukung. Penyemprotan yang segera diikuti oleh hujan akan mengakibatkan herbisida tercuci, sehingga efikasi berkurang sebab partikel herbisida belum sempat berpenetrasi ke dalam kutikula daun. Oleh sebab itu, perlu dicari herbisida yang mampu mengendalikan gulma meskipun turun hujan.

Herbisida yang biasa digunakan ialah glifosat yang memiliki spektrum daya berantas cukup luas, tetapi harganya relatif mahal, oleh karena itu banyak dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memperoleh efisiensi penggunaan glifosat tanpa mengurangi efikasi (Utomo, 1990 *dalam* Mulyati, 2004). Menurut Tomlin (2010), herbisida ini termasuk salah satu herbisida sistemik dengan translokasi yang cepat di dalam tumbuhan. Selain itu, glifosat merupakan herbisida nonselektif jika diaplikasikan pada dosis yang sesuai.

Keefektifan herbisida pascatumbuh sangat dipengaruhi oleh faktor tanaman seperti usia, ukuran, dan kondisi pertumbuhan ditemui sebelum aplikasi, sehingga kinerja herbisida bervariasi. Salah satu cara meminimalkan variasi kinerja tersebut adalah dengan menggunakan ajuvan dalam larutan semprot. Selain itu, ajuvan khususnya surfaktan juga berperan sangat baik dalam peningkatan kemampuan terhadap ketahanan curah hujan (Miller dan Westra, 1998).

#### 1.4 Kerangka Pemikiran

Musim hujan memiliki peran penting bagi pertanian maupun lingkungan. Hal ini dikaitkan dengan penentuan musim tanam, perkecambahan dan pertumbuhan biji, dan perubahan iklim lingkungan. Namun, musim hujan menimbulkan masalah bagi pertanian yaitu terjadi peningkatan kuantitas gulma.

Gulma yang tumbuh di areal tanaman budidaya menjadi kendala untuk mencapai produksi yang optimum. Kehadiran gulma akan mengganggu tanaman dalam melangsungkan siklus hidupnya karena adanya kompetisi dalam memperoleh sarana tumbuh yang terbatas jumlahnya seperti  $H_2O$ ,  $CO_2$ , unsur hara, cahaya matahari, dan ruang tumbuh. Semakin tinggi kerapatan gulma pada suatu lahan pertanaman, maka semakin besar kompetisi yang terjadi antara gulma dan tanaman.

Pertumbuhan gulma di areal tanaman budidaya perlu ditekan dengan cara mengendalikannya. Pengendalian yang dilakukan salah satunya secara kimiawi dengan herbisida. Pengendalian secara kimiawi lebih efektif digunakan karena dapat menghemat biaya, tenaga kerja, dan hasilnya terlihat lebih cepat. Namun, pengendalian secara kimiawi dengan cara disemprot sangat rentan tercuci oleh air hujan apalagi dilakukan pada musim hujan.

Secara umum, aplikasi herbisida harus memperhatikan ketepatan aplikasi, seperti tepat dosis, tepat waktu, tepat cara, tepat sasaran, dan tepat jenis herbisida. Salah satu yang penting adalah tepat waktu aplikasi. Aplikasi harus memperhatikan kondisi lingkungan, karena aplikasi yang segera diikuti oleh hujan akan

mengakibatkan herbisida tercuci, sehingga efikasi berkurang sebab partikel herbisida belum sempat berpenetrasi ke dalam kutikula daun. Oleh karena itu, perlu dicari herbisida yang mampu mengendalikan gulma meskipun turun hujan setelah aplikasi.

Herbisida glifosat merupakan herbisida yang paling banyak digunakan dan memiliki spektrum pengendalian yang luas. Herbisida ini bekerja aktif lewat daun dengan translokasi yang cepat di dalam tumbuhan. Formulasi dari herbisida menentukan daya kerja dan selektivitasnya. Dalam hal ini surfaktan atau ajuvan yang terkandung dalam herbisida memiliki kelebihan untuk meningkatkan kemampuan menyerap, menyebarkan, atau menempel. Oleh karena itu, dilakukan pengujian ini untuk mempelajari efikasi herbisida kalium glifosat terhadap curah hujan dalam mengendalikan beberapa jenis gulma.

## **1.6 Hipotesis**

Berdasarkan kerangka pemikiran, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah herbisida glifosat mampu mengendalikan beberapa spesies gulma pada selang waktu turun hujan kurang dari 4 jam.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Gulma**

Batasan umum gulma yang tepat dikaitkan dengan kepentingan manusia adalah tumbuhan yang mengganggu atau merugikan kepentingan manusia sehingga manusia berusaha untuk terus mengendalikannya. Kepentingan manusia yang berhubungan dengan budidaya pertanian antara lain perolehan hasil usaha tani yang baik dari segi mutu dan jumlah dan kenyamanan dalam praktik usaha tani (Sembodo, 2010).

Secara fisik, gulma bersaing dengan tanaman budidaya untuk memperoleh cahaya, air, dan nutrisi (Moenandir, 1993). Menurut Fryer dan Matsunaka (1988), pengaruh buruk gulma di dalam dan di sekitar tanaman adalah mengurangi hasil tanaman dan kualitas karena persaingan kebutuhan hidup, mengintensifkan masalah serangga, penyakit, dan hama lain dengan peran sebagai inang, mengurangi efisiensi panen dan mesin-mesin yang lain, beracun dalam padang rumput atau diantara hasil makanan ternak, dan mengurangi efisiensi sistem irigasi.

Derajat persaingan antara gulma dan tanaman tergantung pada densitas gulma, jenis gulma, varietas tanaman dan tingkat pemupukan. Spesies yang berbeda

mempunyai kemampuan bersaing berbeda karena memiliki karakteristik morfologi dan fisiologi yang berbeda sedangkan densitas gulma berpengaruh pada penurunan hasil tanaman, yaitu semakin tinggi densitas maka hasil tanaman semakin menurun (Tjitrosoedirdjo, dkk., 1984).

Secara umum penurunan hasil tanaman budidaya akibat kehadiran gulma dapat mencapai 45% bila gulma tidak dikendalikan (Sriyani, 2015). Hasil kajian lainnya menunjukkan bahwa kerugian yang ditimbulkan oleh gulma lebih besar (32%) dibandingkan dengan hama (18%) dan penyakit (15%), namun apabila OPT tidak dikendalikan dengan baik secara fisik, kimia maupun biologi bisa mencapai 69,8% (Oerke dan Dehne, 2004).

Gulma sasaran pada penelitian ini adalah *Asystasia gangetica*, *Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, *Digitaria ciliaris*, *Cyperus rotundus*, dan *Cyperus kyllingia*. Penentuan gulma sasaran dikarenakan keenam spesies gulma tersebut mampu mewakili setiap golongan, gulma dominan yang terdapat di lingkungan penelitian, mudah ditanam, dan mudah dalam perawatannya.

### 2.1.1 Gulma *Asystasia gangetica*

Menurut Centre of Agriculture and Biosciences International (2013), klasifikasi gulma *Asystasia gangetica* adalah sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae

Filum : Spermatophyta

Sub-filum : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledonae  
Ordo : Scrophulariales  
Famili : Acanthaceae  
Genus : *Asystasia*  
Spesies : *Asystasia gangetica*

Gulma ini termasuk gulma tahunan atau berumur pendek, tumbuh di tempat terbuka atau agak terlindung hingga 300 meter di atas permukaan laut.

Tumbuhnya tegak atau menanjak hingga 125 cm dengan batang bercabang banyak dan menggembung di atas buku-buku. Gulma ini memiliki ciri daun yang berhadapan, berbentuk bulat telur, ujungnya lancip, dan mempunyai kelenjar-kelenjar. Bagian bunga memiliki ciri berkelompok, berwarna putih atau ungu, sedangkan buahnya berbentuk kapsul. Perbanyakkan gulma ini dengan biji yang berjumlah kurang lebih 4 pada satu gulma (Tim Penyusun Kamus Penebar Swadaya, 2013).



Gambar 1. *Asystasia gangetica*.

### 2.1.2 Gulma *Ageratum conyzoides*

|              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| Kerajaan     | : Plantae                       |
| Sub-kerajaan | : Tracheobionta                 |
| Divisi       | : Magnoliophyta                 |
| Kelas        | : Magnoliopsida                 |
| Sub-kelas    | : Asteridae                     |
| Ordo         | : Asterales                     |
| Famili       | : Asteraceae                    |
| Genus        | : <i>Ageratum</i> L.            |
| Spesies      | : <i>Ageratum conyzoides</i> L. |

Gulma ini memiliki daun yang berbentuk bulat telur, ujungnya tajam, sedangkan pada pangkal membulat, kedua permukaan daun memiliki struktur seperti berkerut, panjang 2-10 cm, lebar 1-56 cm, dan tangkai daun memiliki panjang 1-5 cm. Kuntum bunga berjumlah sekitar 75, daun mahkota memiliki panjang sekitar 1 mm dengan warna putih atau biru-keunguan. Buah tumbuhan ini berwarna coklat kehitaman, panjang 0,1 cm, berbentuk lonjong. Bunga dan buahnya muncul hampir sepanjang tahun (Database of Medicinal and Aromatic Plants, 2016).



Gambar 2. *Ageratum conyzoides*.

### 2.1.3 Gulma *Rottboellia exaltata*

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| Kerajaan  | : Plantae                     |
| Filum     | : Spermatophyta               |
| Sub-filum | : Angiospermae                |
| Kelas     | : Monocotyledonae             |
| Ordo      | : Cyperales                   |
| Famili    | : Poaceae                     |
| Genus     | : <i>Rottboellia</i>          |
| Spesies   | : <i>Rottboellia exaltata</i> |

Gulma ini dapat ditemukan di dataran tinggi sampai ketinggian 1500 meter di atas permukaan laut. Kondisi lingkungan yang mendukung adalah pada kelembaban kering sampai lembab dengan drainase yang baik. Selain itu, rumput ini menghendaki banyak mendapat cahaya matahari dan sensitif terhadap naungan. Gulma ini merupakan rumput tahunan yang tingginya dapat mencapai 3 m.

Keadaan fisik pertumbuhan rumput ini adalah tumbuh dalam rumpun, tegak, dan bercabang. Perakarannya pada ruas-ruas atau buku-buku. *Rottboellia exaltata* dapat berkecambah dari kedalaman 0,15 m, memiliki daya saing yang tinggi dan merupakan salah satu gulma terburuk di dunia (Caton, dkk., 2011).



Gambar 3. *Rottboellia exaltata*.

#### 2.1.4 Gulma *Digitaria ciliaris*

Menurut United States Department of Agriculture (2010), klasifikasi gulma

*Digitaria ciliaris* adalah sebagai berikut :

- Kerajaan : Plantae
- Sub-kerajaan : Tracheobionta
- Superdivisi : Spermatophyta
- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Liliopsida

Sub-kelas : Commelinidae  
Ordo : Cyperales  
Famili : Poaceae  
Genus : *Digitaria* H.  
Spesies : *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler.

Gulma ini merupakan rumput tahunan yang cocok dengan suhu hangat. Bagian buku yang lebih rendah memiliki bulu, tetapi buku bagian atas halus.

Pembungaan terjadi dari bulan Juli sampai Oktober. Bulir bunga memiliki panjang 3 sampai 3,5 mm dalam 2 atau 4 baris sepanjang malai. Gulma ini pada dasarnya tidak dapat menyebar secara luas. Namun, aktivitas manusia seperti memotong jerami dapat mengangkutnya ke lokasi yang lebih jauh. *Digitaria ciliaris* menghendaki untuk berkecambah pada suhu tanah 53-54°C selama 24 jam. Perkecambahan ini juga tergantung pada cahaya dan kelembaban (Maddox, dkk., 2010).



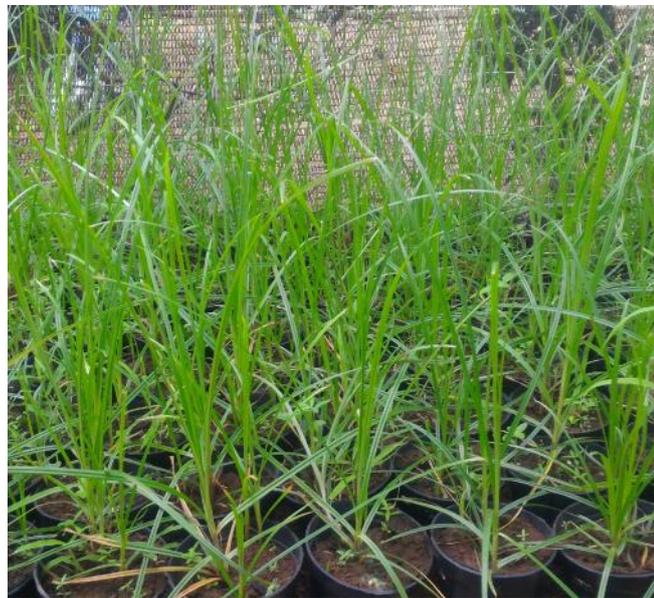
Gambar 4. *Digitaria ciliaris* (Caton, dkk., 2011).

#### 2.1.5 Gulma *Cyperus rotundus*

Menurut Centro Internacional de Agricultural Tropical (1984), klasifikasi tanaman teki ini adalah sebagai berikut :

- Kerajaan : Plantae
- Divisi : Spermathophyta
- Kelas : Monocotyledoneae
- Ordo : Cyperales
- Famili : Cyperaceae
- Genus : *Cyperus*
- Spesies : *Cyperus rotundus* L.

Gulma ini dapat hidup sepanjang tahun dan dapat tumbuh sampai ketinggian 1800 meter di atas permukaan laut. Kondisi lingkungan yang mendukung adalah pada kelembaban kering sampai lembab dan banyak mendapat cahaya matahari. Cara perkembangbiakannya dengan umbi dalam rantai pada rimpang. Gulma ini memiliki fisik yang tegak dengan tinggi yang dapat mencapai 0,7 m. Fase dewasa tumbuhan ini adalah dari 21 sampai 56 hari (Caton, dkk., 2011). *Cyperus rotundus* L. adalah jenis gulma yang tumbuh dominan dan sangat kompetitif pada lahan kering. Gulma teki sangat merugikan karena selain merugikan dalam menggunakan ruang hidup juga mempunyai penghambat tumbuh yang dilepas ke lingkungan. Salah satu senyawa penghambat tumbuh tanaman tersebut adalah fenol yang terdapat pada daun dan umbi (Wiralaga, dkk., 2011).



Gambar 5. *Cyperus rotundus*.

### 2.1.6 Gulma *Cyperus kyllingia*

|          |                            |
|----------|----------------------------|
| Kerajaan | : Plantae                  |
| Divisi   | : Spermathophyta           |
| Kelas    | : Monocotyledoneae         |
| Ordo     | : Cyperales                |
| Famili   | : Cyperaceae               |
| Genus    | : <i>Cyperus</i>           |
| Spesies  | : <i>Cyperus kyllingia</i> |

Gulma ini merupakan salah satu gulma *perennial* atau tahunan. Daunnya bertekstur lembek atau kaku, sejajar, dan memiliki lebar 2-4 mm. Bunga berbentuk bulat telur atau lonjong dengan diameter 6-10 mm, namun beberapa biasanya jauh lebih kecil. Bunga *Cyperus kyllingia* tidak memiliki tangkai dan terletak di dasar, pada awalnya berwarna putih salju, lalu berubah kuning kemerah-merahan setelah bunga mekar (Nooteboom dan Stevens, 2000).



Gambar 6. *Cyperus kyllingia*.

## 2.2 Pengendalian Gulma secara Kimiawi

Pengendalian gulma secara kimiawi merupakan metode pengendalian yang sangat populer tetapi juga banyak mendatangkan pro dan kontra. Pengendalian ini menggunakan herbisida untuk mengendalikan atau mematikan gulma.

Penggunaan herbisida di Indonesia mulai meningkat setelah pada tahun 1970-an herbisida glifosat mulai masuk pasaran. Kepopuleran herbisida karena beberapa alasan, antara lain efisiensi penggunaan waktu dan tenaga kerja, ekonomis (biaya pengendalian relatif murah), pilihan banyak tersedia di pasar dan mudah didapat, dapat mengendalikan gulma yang sulit, hasil cepat terlihat, dan memiliki daya kendali yang baik. Berbagai data penelitian menunjukkan bahwa herbisida mampu menekan pertumbuhan gulma dalam waktu yang cukup lama hingga 3 bulan setelah aplikasi, dengan daya kendali yang seringkali sebanding dengan penyiangan manual yang memerlukan lebih banyak waktu, tenaga, dan biaya (Sriyani, 2010).

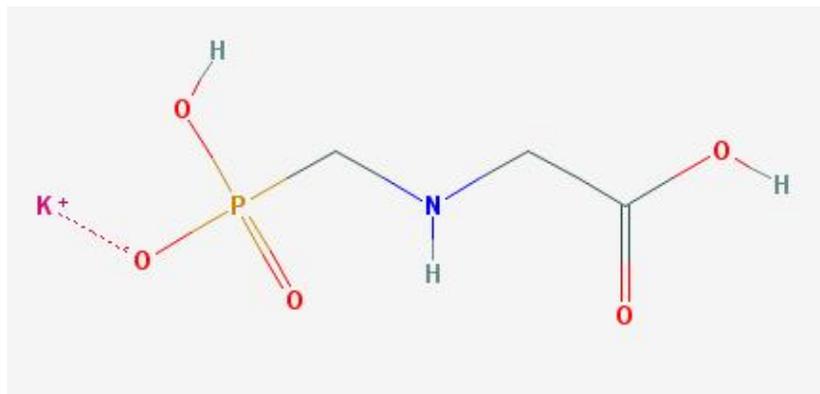
Herbisida ialah bahan kimia yang dapat menghentikan pertumbuhan gulma sementara atau seterusnya bila diperlakukan pada ukuran yang tepat. Dengan kata lain jenis dan kadar racun bahan kimia suatu herbisida menentukan arti daripada herbisida itu sendiri. Fisiologi herbisida dengan sendirinya akan mengungkapkan hubungan herbisida mulai dari masuknya ke dalam tubuh tumbuhan sehubungan dengan proses-proses yang mendukung metabolisme itu dan dampak yang diakibatkan. Suatu herbisida yang diabsorpsi oleh akar atau herbisida berpenetrasi dengan organ lain seperti daun akan ditranslokasikan dalam tubuh tumbuhan baik

secara interseluler yang menuju titik peka dari tumbuhan ataupun diakumulasikan dalam bagian tertentu tubuh tumbuhan (Moenandir, 1990).

## 2.3 Herbisida

### 2.3.1 Herbisida kalium glifosat

Herbisida kalium glifosat memiliki rumus molekul  $C_3H_7KNO_5P$ . Herbisida ini memiliki sifat fisik yaitu mempunyai berat molekul 207,163 gram/mol (National Centre for Biotechnology Information, 2008). Secara umum, herbisida glifosat memiliki kelarutan yang tinggi dalam air yaitu sebesar 11.600 ppm pada suhu  $25^\circ C$ ; tekanan uap  $7,5 \times 10^{-8}$  mm Hg; nilai konstanta Henry sebesar  $< 1,44 \times 10^{-12}$  atm- $m^3/mol$ ; koefisien penjerapan tanah (Kd) sebesar  $61 g/m^3$ ; dan koefisien *octanol-water* (Kow) yaitu -3,5. Selain itu, glifosat akan menghilang secara hidrolisis selama  $> 35$  hari (Kollman dan Segawa, 1995 *dalam* Schuette, 1998).



Gambar 7. Rumus bangun herbisida kalium glifosat (National Centre for Biotechnology Information, 2008).

Herbisida glifosat adalah herbisida yang memiliki spektrum pengendalian luas yang bersifat tidak selektif. Berdasarkan waktu aplikasinya, glifosat termasuk sebagai herbisida pascatumbuh. Pada umumnya lebih efektif untuk gulma setahun dan tahunan. Herbisida ini diabsorpsi oleh daun dan ditranslokasikan dalam tumbuhan yang berlangsung secara sistemik, yaitu melalui jaringan hidup dan pembuluh utama floem menuju ke jaringan meristem (Sriyani, 2016).

Herbisida berbahan aktif glifosat memiliki tipe formulasi *aqua solution* yang berbentuk kepekatan berwarna kuning kecoklatan yang larut dalam air. Cara kerja herbisida ini adalah secara sistemik, sehingga dapat mematikan seluruh bagian gulma termasuk akar dan bagian vegetatif di dalam tanah. Hal ini terjadi karena partikel herbisida yang bersifat racun ditranslokasikan dari daun sampai ke bagian akar di dalam tanah (Girsang, 2005).

Berdasarkan golongan senyawa kimia yang dikandungnya, herbisida glifosat termasuk sebagai golongan senyawa organofosforus. Herbisida ini bekerja aktif lewat daun, sedangkan tidak aktif jika di dalam tanah karena mudah terdegradasi atau terikat kuat oleh koloid tanah. Penambahan garam amonium dalam formulasi glifosat akan meningkatkan daya racun herbisida tersebut. Pengaruh glifosat akan terlihat pada 2 – 4 hari setelah aplikasi pada gulma semusim atau antara 7 – 20 hari untuk gulma musiman (Sembodo, 2010).

Menurut Tomlin (2010), mekanisme kerja herbisida glifosat adalah menghambat *5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase* (EPSPS) yang merupakan enzim untuk mendukung proses biosintesis asam aromatik dalam tumbuhan. Penetrasi

herbisida glifosat mencegah terbentuknya asam amino aromatik yang esensial dan dibutuhkan untuk biosintesis protein. Glifosat dapat digunakan untuk mengendalikan rumput semusim dan tahunan serta gulma berdaun lebar, pra-panen tanaman sereal, kacang polong, kacang-kacangan, dan lobak dengan dosis 1,5 – 2 kg per ha. Selain itu, pengendalian gulma di perkebunan, padang rumput, dan kehutanan digunakan dosis 4,3 kg per ha. Pada pengendalian gulma air herbisida ini digunakan dengan dosis 2 kg per ha.

Menurut Sriyani (2016), gejala yang akan ditimbulkan pada gulma yang diaplikasikan herbisida glifosat adalah menjadi layu, berwarna kuning, berwarna coklat, mengering, dan kemudian mati. Pada dosis aplikasi yang cukup, bagian akar, rimpang, maupun umbi gulma akan rusak dan mati.

### 2.3.2 *Formulasi herbisida*

Formulasi herbisida merupakan pencampuran bahan aktif dengan bahan tidak aktif (*inert*) sebelum herbisida diaplikasikan. Pada umumnya bahan aktif herbisida telah dicampur dengan tepung, pelarut (minyak atau air), perekat (*sticker*), pemencar (*dispenser*), dan pembasah (*wetting agent*) sebelum dipasarkan. Bahan yang ditambahkan tersebut membuat herbisida lebih baik daya kerjanya, mudah diaplikasikan, mudah penanganannya, dan lebih akurat penakarannya (Sembodo, 2010). Menurut Moenandir (1990), formulasi herbisida diperlukan karena hanya sedikit jumlah bahan aktif yang dibutuhkan, namun harus dapat menyebar merata. Perbedaan formulasi herbisida menentukan daya kerja dan selektivitasnya.

*Solution* (S, AS, SL, atau WSC) merupakan salah satu jenis formulasi pada bahan aktif glifosat. Larutan formulasi ini merupakan campuran dua bahan yang secara fisik seragam. Tiap bagian dari larutan itu mempunyai komposisi sama dari bahannya. Misalnya larutan garam dapur, larutan gula, alkohol dalam air, atau minyak tanah dalam bensin. Larutan ini tergantung dari *solubility product* dalam sistem larutan agar tidak terjadi endapan. Endapan akan menjadi masalah seperti kemungkinan tersumbatnya lubang nosel (Tjitrosoedirjo, dkk., 1984).

Ajuvan adalah bahan yang ditambahkan dalam formulasi herbisida untuk menambah aktivitasnya. Bahan yang demikian dapat memperbaiki daya peracunan (*toxicity*), membawa bentuk emulsi, menambah sifat penyebaran larutan, mempermudah retensi dan penetrasi, dan lain fungsi lagi. Ajuvan dapat berupa surfaktan atau *wetting agents*, *tickening/sticking agents*, *emulsifier* (bahan emulsi), *sequestering agents (water softener)*, *dispersing agents*, *anticaking agents*, *penetrating agents*, *bridging agents*, dan bahan-bahan lain yang dimaksudkan untuk menambah kemampuan formulasi herbisida agar lebih kompatibel dengan bahan lain (Tjitrosoedirjo, dkk., 1984).

Menurut Miller dan Westra (1998), surfaktan adalah jenis ajuvan yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan mendispersi/mengemulsi, menyerap, menyebarkan, dan menempel. Air murni bertindak sebagai droplet, dengan kontak pada area kecil permukaan daun yang berlilin. Tetesan air yang mengandung surfaktan akan menyebar dalam lapisan tipis di atas permukaan lilin daun. Surfaktan umumnya dapat meningkatkan efektivitas herbisida pasca-

tumbuh. Berdasarkan komposisi kimianya, surfaktan terdiri dari lima jenis diantaranya:

1. Surfaktan non-ionik

Surfaktan ini terdiri dari alkohol linear atau alkohol nonil-fenol dan atau asam lemak. Kelas surfaktan ini dapat mengurangi tegangan permukaan dan meningkatkan kemampuan penyebaran, penempelan, dan penyerapan.

2. Konsentrat minyak tanaman

Surfaktan ini terdiri dari campuran parafin yang berasal dari minyak bumi. Kelas surfaktan ini mampu mengurangi tegangan permukaan dan meningkatkan penyerapan dan penyebaran herbisida di permukaan daun.

3. Campuran nitrogen-surfaktan

Surfaktan ini terdiri dari kombinasi berbagai bentuk nitrogen dan surfaktan. Umumnya digunakan pada herbisida yang merekomendasikan penambahan ammonium sulfat atau 28% nitrogen. Kelas ini dapat mengurangi tegangan permukaan dan meningkatkan penyebaran di permukaan daun.

4. Minyak biji-bijian teresterifikasi

Surfaktan ini diproduksi dengan cara mereaksikan asam lemak dari minyak biji-bijian (jagung, kedelai, bunga matahari, kanola) dengan alkohol untuk membentuk ester. Metil atau estil ester yang dihasilkan oleh reaksi ini dikombinasikan dengan surfaktan/bahan emulsi untuk membentuk minyak biji-bijian teresterifikasi. Surfaktan ini mampu mengurangi tegangan permukaan dan meningkatkan penyerapan dengan meningkatkan distribusi herbisida di atas permukaan daun.

## 5. Organo-silikon

Kelas ini biasanya terdiri dari campuran silikon/surfaktan dengan non-ionik atau surfaktan lainnya. Namun beberapa klasifikasi seluruhnya dari silikon. Surfaktan ini memberikan pengaruh yang luar biasa untuk mengurangi tegangan permukaan dan penyebaran lebih baik dari surfaktan konvensional. Selain itu, kelas ini menunjukkan peningkatan efektivitas melalui ketahanan terhadap curah hujan yang tinggi.

Menurut Czarnota dan Thomas (2013), terdapat beberapa ajuvan lain selain surfaktan, yaitu:

### 1. *Penetrants* (Bahan penetrasi)

Ajuvan ini dapat melarutkan atau menembus lapisan lilin pada daun dan memungkinkan bahan kimia lainnya untuk berinteraksi dengan sel tumbuhan. Bahan-bahan penetrasi dapat mengandung minyak bumi, minyak tanaman, alkohol kompleks, dan bahan lain yang berbasis hidrokarbon.

### 2. *Thickeners* (Bahan pengental)

Ajuvan ini digunakan untuk mengurangi tetesan yang melayang ketika penyemprotan. Bahan ini dapat mengandung poliakrilamida, polietilen polimer, polisakarida, atau minyak nabati. Jenis ajuvan ini dapat mengurangi penguapan herbisida, karena bahan pembawa yang lebih kental dan berat. Namun pemakaian dengan dosis tinggi dapat menyumbat nosel semprot.

### 3. *Emulsifiers* (Bahan pengemulsi)

Ajuvan ini bekerja dengan cara melapisi partikel kecil atau kelompok molekul cair dan mencegahnya dari koagulasi/penggabungan dengan molekul lain. Bahan ini terdiri dari campuran minyak dan air.

4. *Spreaders* (Bahan penyebar)

Bahan penyebar adalah senyawa yang menyebabkan tegangan permukaan berkurang sedemikian rupa sehingga mudah menyebar di atas permukaan daun. Seperti surfaktan, bahan penyebar meningkatkan efisiensi pestisida secara signifikan. Bahan ini dapat terdiri dari asam lemak, lateks, alkohol alifatik, minyak tanaman seperti kapas, atau minyak anorganik.

5. *Stickers* (Bahan perekat)

Bahan perekat sangat banyak seperti bahan-bahan pengental atau minyak sehingga terbentuk *solution* yang melekat pada permukaan daun, tahan terhadap hujan, evaporasi, dan aliran permukaan. Beberapa produk yang digunakan adalah emulsi polietilen, resin polimerisasi, asam lemak, atau minyak destilasi.

Penambahan ajuvan terhadap herbisida sangat mempengaruhi daya kerja herbisida tersebut. Herbisida glifosat yang memiliki kelarutan yang tinggi dan mudah tercuci air hujan atau *sprinkler irrigation* menghendaki ajuvan yang berperan untuk mempertahankan aktivitasnya terhadap curah hujan. Surfaktan dalam bentuk silikon dipastikan bahwa dapat mempertahankan efikasi glifosat meskipun turun hujan dalam waktu singkat. Hal ini telah dibuktikan oleh Reddy dan Singh (1992) dengan menggunakan *Kinetic* yang dapat mempertahankan aktivitas glifosat meskipun turun hujan 15 – 60 menit setelah aplikasi. Penelitian sebelumnya juga telah dilakukan oleh Field dan Bishop (1988) dalam Reddy dan Singh (1992) menggunakan *Silwet L-77<sup>s</sup>* yang efektif meskipun turun hujan 2 jam setelah aplikasi dan Roggenbuck, dkk. (1990) dalam Reddy dan Singh (1992)

menggunakan silikon *Sylgard 309<sup>4</sup>* yang efektif meskipun turun hujan 1 jam setelah aplikasi.

### 2.3.3 Waktu aplikasi herbisida glifosat

Ketahanan herbisida glifosat terhadap curah hujan sangat tergantung pada kondisi cuaca sebelum aplikasi dan fase pertumbuhan spesies gulma. Kondisi cuaca yang paling cocok untuk mendukung mekanisme kerja herbisida ini adalah pada suhu udara lebih dari 23°C dan penutupan awan kurang dari 25% sebelum dan selama aplikasi herbisida. *Lolium arundinaceae* secara aktif berkembang selama percobaan yang mengindikasikan bahwa kondisi tersebut cocok untuk absorpsi glifosat (Coble dan Brumbaugh, 1993 dalam Gannon dan Yelverton, 2008).

Waktu aplikasi herbisida yang paling tepat adalah pada saat pertumbuhan gulma yang paling rentan terhadap jenis herbisida yang digunakan dan dalam kondisi lingkungan yang mendukung. Menurut Djojoseumarto (2000) dalam Girsang (2005), penyemprotan yang segera diikuti oleh hujan akan mengakibatkan herbisida tercuci, sehingga efikasi berkurang sebab partikel herbisida belum sempat berpenetrasi ke dalam kutikula daun.

Menurut Reddy dan Singh (1992), glifosat memiliki sifat kelarutan yang sangat tinggi dalam air, oleh sebab itu herbisida ini sangat rentan terhadap penghilangan dari daun tumbuhan oleh curah hujan. Glifosat sangat rentan tercuci oleh curah hujan dari waktu aplikasi sampai herbisida tersebut benar-benar dipastikan telah berpenetrasi ke dalam daun tumbuhan. Curah hujan yang datang segera setelah

dilakukan aplikasi herbisida dapat mengakibatkan hilangnya sebagian atau seluruh aktivitas glifosat. Rekomendasi untuk aplikasi herbisida glifosat secara umum berdasarkan macam glifosat dengan spesies gulma dan faktor lainnya menghendaki tidak turun hujan selama 6 – 8 jam setelah aplikasi. Pada kasus lain, lebih spesifik herbisida glifosat menghendaki tidak turun hujan setidaknya 4 jam setelah aplikasi untuk mengendalikan kecambah dan rhizom gulma rumput gelagah (*Sorghum halepense* L.) dan pung (*Acacia farnesiana* L.)

Pada umumnya diperlukan 2 – 5 jam bagi absorpsi herbisida ke dalam tumbuhan, sehingga dalam periode tersebut turunnya hujan tidak dikehendaki. Oleh karena itu, aplikasi herbisida umumnya paling tepat dilakukan pada pagi hari yang cerah dan tidak berangin kencang (Sriyani, 2010). Selain itu menurut Zaenudin (1986) dalam Mulyati (2004), larutan herbisida glifosat dapat tercuci oleh hujan yang kurang dari tujuh jam setelah aplikasi. Penetrasi herbisida ke dalam tumbuhan akan lebih baik jika kelembaban udara dan daun tinggi, karena pada saat itu rongga-rongga kutikula terjenuhi oleh air dan herbisida dapat dengan mudah meresap ke dalam daun.

#### **2.4 Peranan Air Hujan**

Hujan adalah air di atmosfer yang jatuh ke permukaan bumi berupa tetes air dengan diameter lebih dari 500  $\mu\text{m}$  dan kecepatan jatuhnya lebih dari 3 m/detik (Ismangil, 2014). Menurut Wang dan Linho (2001), hujan merupakan komponen kunci dalam siklus hidrologi pada sistem iklim bumi yang berperan sentral dalam proses yang menghubungkan daratan, udara, dan lautan.

Curah hujan adalah ketinggian air hujan yang terkumpul dalam penakar hujan pada tempat yang datar, air tersebut tidak menyerap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air hujan setinggi satu milimeter atau tertampung air hujan sebanyak satu liter (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2017). Curah hujan merupakan unsur iklim yang paling tinggi keragaman dan fluktuasinya di Indonesia, sehingga merupakan unsur iklim yang paling mencirikan iklim Indonesia (Sipayung, 2003). Hampir 60% wilayah Indonesia mempunyai curah hujan tahunan mencapai 2000 – 3500 mm. Provinsi di Indonesia yang mempunyai curah hujan tinggi adalah Bengkulu, Sumatera Barat, Kalimantan Barat, dan Irian Jaya (Baharsjah, dkk., 1985 *dalam* Sipayung, 2003).

Curah hujan merupakan faktor iklim yang paling terasa perubahannya akibat anomali iklim. Curah hujan di Indonesia dominan mempengaruhi produksi pertanian dan ketahanan pangan. Dampak curah hujan yang ekstrim adalah terjadinya gangguan secara langsung terhadap sistem pertanian (Estiningtyas dan Amien, 2006 *dalam* Warsito, dkk., 2008). Prediksi curah hujan diperlukan karena untuk menyusun rencana masa tanam diperlukan data dan informasi kondisi curah hujan minimal satu musim ke depan (Warsito, dkk., 2008).

Curah hujan memiliki peranan penting bagi tanaman. Curah hujan menyediakan ketersediaan air bagi tanaman. Air sebagai pelarut sangat berpengaruh terhadap banyaknya nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman. Hal ini berkaitan dengan waktu pemupukan sehingga dapat tepat waktu. Curah hujan menyediakan air yang berfungsi sebagai media dimana nutrisi diangkut untuk perkembangan

tanaman (Ndamani dan Watanabe, 2015). Menurut Rugumayo, dkk. (2003) *dalam* Ndamani dan Watanabe (2015), variabilitas curah hujan dan hubungannya dengan produksi tanaman pangan dapat menjadi dasar bagi pembuat kebijakan pertanian untuk merencanakan fasilitas irigasi sebagai solusi menanggapi kejadian kekeringan yang berulang. Hasil penelitian tersebut menunjukkan perlunya petani menerapkan teknologi pemanenan air untuk mengatasi kejadian kekeringan selama musim produksi.

Secara umum, kondisi curah hujan ekstrim yang ditandai dengan kekeringan dan banjir dapat berdampak buruk pada rumah tangga di pedesaan yang terlibat dalam produksi pertanian, terutama di daerah berpenghasilan rendah di seluruh dunia (Meza dan Yunez, 2015). Pasokan air yang tidak memadai memiliki dampak buruk pada pertumbuhan tanaman yang efisien, sehingga produktivitasnya rendah. Von Braun (1991) *dalam* Ndamani dan Watanabe (2015), telah mengamati bahwa penurunan 10% curah hujan musiman dari rata-rata jangka panjang umumnya diterjemahkan menjadi penurunan 4,4% pada produksi pangan. Selain itu, Pankhurst dan Johnson (1988) *dalam* Ndamani dan Watanabe (2015), telah mengamati bahwa kekurangan pangan dan kelaparan di sub-Sahara Afrika sebagian besar disebabkan oleh ketidakpastian curah hujan dan kekeringan yang terkait. Pada kasus lain, curah hujan yang tinggi dapat mencuci zat hara tanaman pada sistem perakaran (Agus, dkk., 2004).

Herbisida dan gulma bereaksi terhadap hujan dengan beberapa cara. Hujan dapat mempengaruhi kinerja herbisida dengan cara baik dan buruk. Hujan dapat mengaktifkan perkecambahan gulma tahunan, yang penting untuk penyerapan

herbisida oleh akar (Huffman, 2004). Butiran herbisida yang jatuh dan menempel pada daun seringkali hilang oleh hujan. Seluruh herbisida memiliki waktu yang tidak dikehendaki untuk turun hujan, yaitu waktu antara aplikasi dengan absorpsi herbisida ke dalam jaringan daun (Grover dan Cessna, 1988).

Umumnya herbisida yang diaplikasikan ke tanah seperti dichlobenil, propanil, napropamide, s-metolachlor, dan simazine memberikan kontrol gulma yang lebih baik bila setidaknya setengah jam hujan turun setelah aplikasi. Pada keadaan lembab dapat melarutkan herbisida dalam larutan air tanah sehingga bibit gulma dapat menyerap herbisida saat mereka mengambil air. Hujan yang berlebihan dapat melepaskan herbisida yang diaplikasikan pada tanah di bawah zona perkecambahan benih gulma, terutama jika hujan lebat turun tak lama setelah aplikasi dan sebelum herbisida terikat pada partikel tanah. Efek pencucian bergantung pada karakteristik herbisida. Hujan deras menyebabkan konsentrasi herbisida rendah pada permukaan tanah atau pada lapisan tanah sehingga tingkat pengendalian gulma akan berkurang (Huffman, 2004).

Hujan telah mendorong perkecambahan yang kuat dari banyak gulma musiman dan pertumbuhan aktif pada banyak gulma tahunan. Ini adalah kondisi yang baik untuk pengendalian yang efektif dengan herbisida pasca-tumbuh. Namun, hujan menimbulkan kekhawatiran pada aplikasi herbisida pascatumbuh jika jatuh terlalu cepat setelah aplikasi. Pengaruh tersebut umumnya terlihat pada herbisida glifosat, 2,4-D amine, paraquat, fluazifop-p-butyl dan s-isomer, dan sethoxydim (Huffman, 2004). Sejumlah penelitian telah melaporkan bahwa curah hujan dapat sangat mempengaruhi keefektifan herbisida pascatumbuh. Tidak hanya curah

hujan, tapi juga interval antara aplikasi, jumlah dan intensitas curah hujan (Anderson dan Arnold, 1984; Hammerton, 1967 *dalam* Souza, dkk., 2014). Jika ditinjau dari pengaruh faktor lingkungan terhadap toksisitas herbisida pada tanaman, Muzik (1976) *dalam* James dan Rahman (2005) menyimpulkan bahwa keefektifan sebagian besar herbisida yang diterapkan pada daun berkurang jika hujan turun segera setelah aplikasi, walaupun tingkat penetrasi herbisida, retensi permukaan dan permukaan akan bergantung pada jenis dan formulasi herbisida, pengencer, ajuvan, dan spesies tanaman.

### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah plastik kebun penelitian Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan dan di Laboratorium Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Januari hingga Februari 2017.

#### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah herbisida berbahan aktif kalium glifosat (Roundup Powermax 660 SL), tanah, bibit gulma yang terdiri atas gulma golongan daun lebar (*Asystasia gangetica* dan *Ageratum conyzoides*), golongan rumput (*Rottboellia exaltata* dan *Digitaria ciliaris*), dan golongan teki (*Cyperus rotundus* dan *Cyperus kyllingia*), kantong kertas, dan air.

Alat-alat yang digunakan adalah *knapsack sprayer* dengan nosel berwarna biru, *sprinkler*, pipa, corong air diameter 20 cm, ember, *stopwatch*, timbangan digital, gelas ukur volume 1 liter, gelas piala volume 1 liter, *rubber bulb*, alat tulis, kamera, oven, gelas plastik diameter 6,75 cm dan tinggi 11,5 cm, gunting, dan nampan.

### 3.3 Metode Penelitian

Percobaan menggunakan Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS) terdiri atas 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan adalah waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat (Jam Setelah Aplikasi/JSA) dosis 1320 g/ha yang diaplikasikan pada 6 spesies gulma. Susunan perlakuan yang diuji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan perlakuan

| Kode. | Aplikasi herbisida kalium glifosat | Waktu turun hujan setelah aplikasi (jam) |
|-------|------------------------------------|--|
| P1    | Diaplikasikan herbisida            | 0,0                                      |
| P2    | Diaplikasikan herbisida            | 0,5                                      |
| P3    | Diaplikasikan herbisida            | 1,0                                      |
| P4    | Diaplikasikan herbisida            | 2,0                                      |
| P5    | Diaplikasikan herbisida            | 4,0                                      |
| P6    | Diaplikasikan herbisida            | Tanpa hujan                              |
| P7    | Tanpa diaplikasikan herbisida      | Tanpa hujan (kontrol)                    |

Setiap perlakuan diaplikasikan pada 6 spesies gulma *Asystasia gangetica*, *Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, *Digitaria ciliaris*, *Cyperus rotundus*, dan *Cyperus kyllingia*. Perlakuan diterapkan pada satuan percobaan, setiap satuan percobaan terdiri atas 6 pot berisi media tanah yang masing-masing ditanami satu spesies gulma sehingga dalam percobaan ini terdapat 168 pot dalam 28 satuan percobaan. Pengelompokan dilakukan berdasarkan tinggi gulma saat sebelum dilakukan aplikasi herbisida pada setiap perlakuan dengan cara mengelompokkan gulma dengan tinggi yang relatif seragam dalam satu kelompok. Homogenitas ragam data hasil pengamatan diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji

dengan uji Tukey. Jika hasil uji tersebut memenuhi asumsi, kemudian data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan pemisahan nilai tengah data setiap perlakuan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Tata letak percobaan

Penelitian ini terdiri atas 7 taraf perlakuan dan 4 ulangan, sehingga terdapat 28 satuan percobaan dan terdiri atas 168 pot. Pada setiap satuan percobaan terdiri atas 6 pot yang disusun dalam kelompok berdasarkan keseragaman tinggi gulma dan pot ditempatkan dalam rumah plastik dengan susunan yang disesuaikan dengan tata letak perlakuan. Tata letak perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| P1b1 | P2b1 | P3b1 | P4b1 | P5b1 | P6b1 | P7b1 |
| P1b2 | P2b2 | P3b2 | P4b2 | P5b2 | P6b2 | P7b2 |
| P1b3 | P2b3 | P3b3 | P4b3 | P5b3 | P6b3 | P7b3 |
| P1b4 | P2b4 | P3b4 | P4b4 | P5b4 | P6b4 | P7b4 |
| P1b5 | P2b5 | P3b5 | P4b5 | P5b5 | P6b5 | P7b5 |
| P1b6 | P2b6 | P3b6 | P4b6 | P5b6 | P6b6 | P7b6 |

#### KELOMPOK I

Keterangan :  $b_1$  : *Ageratum conyzoides*                       $b_2$  : *Asystasia gangetica*  
 $b_3$  : *Rottboellia exaltata*                                       $b_4$  : *Digitaria ciliaris*  
 $b_5$  : *Cyperus rotundus*                                         $b_6$  : *Cyperus kyllingia*  
 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_7$  = perlakuan waktu turun hujan setelah aplikasi

Gambar 8. Tata letak perlakuan.

### 3.4.2 Penanaman dan pemeliharaan gulma

Penanaman gulma dilakukan dengan cara memindahkan gulma muda dari lahan ke media tanah dalam pot. Gulma ditanam di media tanah dalam pot dengan 1 gulma/pot, kemudian gulma dikondisikan sesuai dengan habitat aslinya. Media tanam yang digunakan adalah tanah dengan bobot 300 gram/pot. Gulma muda yang ditanam jumlahnya lebih banyak dari 168 pot sebagai cadangan jika ada gulma yang mati atau tumbuh tidak seragam sebelum dilakukan aplikasi herbisida.

Pemeliharaan gulma dilakukan dengan penyiraman sesuai kebutuhan, menyingi gulma lain dalam pot, dan pengendalian hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) menggunakan insektisida berbahan aktif lamda sihalotrin 106g/l + tiametoksam 141 g/l dengan konsentrasi 0,5 ml/l.

### 3.4.3 Aplikasi herbisida

Sebelum aplikasi herbisida dilakukan kalibrasi terhadap alat semprot punggung (*knapsack sprayer*) dengan nozel biru yang memiliki lebar bidang semprot 1,5 m. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan bahwa alat tersebut dapat digunakan dengan baik. Kalibrasi dilakukan dengan metode luas guna mengetahui volume larutan yang dibutuhkan seluas petak yang telah ditentukan. Volume semprot tersebut diperoleh dengan cara memasukkan tiga liter air ke dalam tangki *knapsack sprayer* dan mengaplikasikan air tersebut pada petak seluas 3 m<sup>2</sup>, kemudian sisa air yang ada dalam tangki diukur kembali. Volume semprot yang diperoleh melalui kalibrasi ini ialah 250 ml/3 m<sup>2</sup>.

Aplikasi herbisida dilakukan pada setiap perlakuan, hanya dilakukan satu kali selama pengujian, yaitu pada saat dua minggu setelah gulma dipindah tanam.

Aplikasi herbisida dilakukan sesuai perlakuan saat turun hujan (Tabel 1) dengan metode luas pada petak 1,5 m x 2 m. Pot percobaan dari setiap perlakuan yang sama disusun dalam petak seluas 3 m<sup>2</sup> secara acak.

#### 3.4.4 Simulasi curah hujan

Simulasi curah hujan dilakukan satu kali dengan menggunakan 4 *sprinkler*.

Simulasi curah hujan ini setara dengan jumlah curah hujan 5 mm/hari. Sebelum melakukan simulasi curah hujan, jumlah curah hujan harus dikalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi dilakukan menggunakan corong air dengan diameter 20 cm yang diletakkan di atas gelas ukur sebagai tempat penampung air. Volume air yang harus diperoleh agar sesuai dengan jumlah curah hujan dapat diketahui dengan rumus berikut:

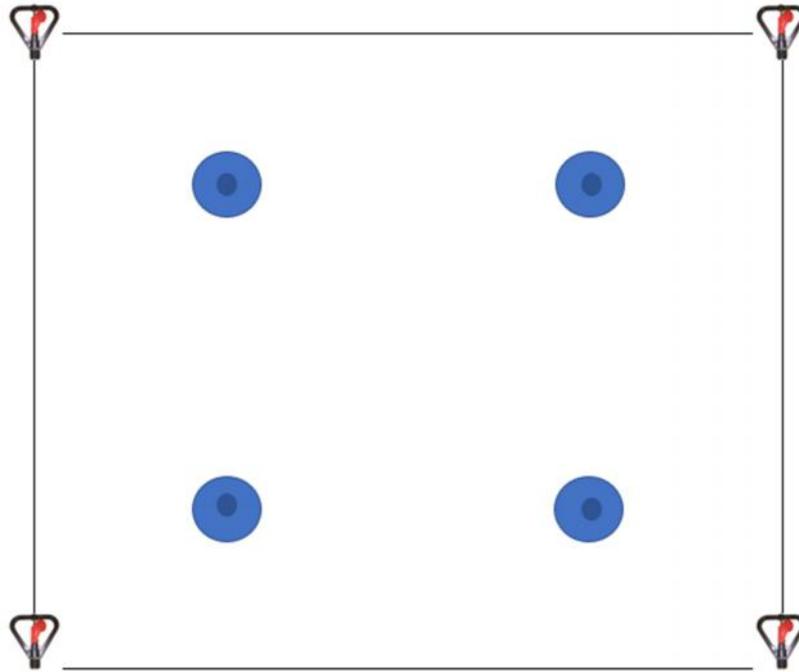
$$\begin{aligned}
 \text{Volume air (ml)} &= \text{Luas penampang corong air (cm}^2\text{)} \times \text{Curah hujan (mm)} \\
 &= 314 \text{ cm}^2 \times 5 \text{ mm} \\
 &= 314 \text{ cm}^2 \times 0,5 \text{ cm} \\
 &= 157 \text{ cm}^3 = 157 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

Kalibrasi dilakukan menggunakan 4 corong air yang diletakkan pada tempat yang terpisah (Gambar 9). Waktu yang digunakan adalah 16 menit dan memperoleh volume air sebanyak 172,5 ml, sehingga waktu yang digunakan untuk simulasi curah hujan dapat diketahui dengan rumus berikut:

$$= \frac{\text{Volume air yang diperlukan (ml)} \times \text{Waktu yang digunakan (menit)}}{\text{Volume air hasil kalibrasi (ml)}}$$

$$= \frac{157 \text{ ml} \times 16 \text{ menit}}{172,5 \text{ ml}}$$

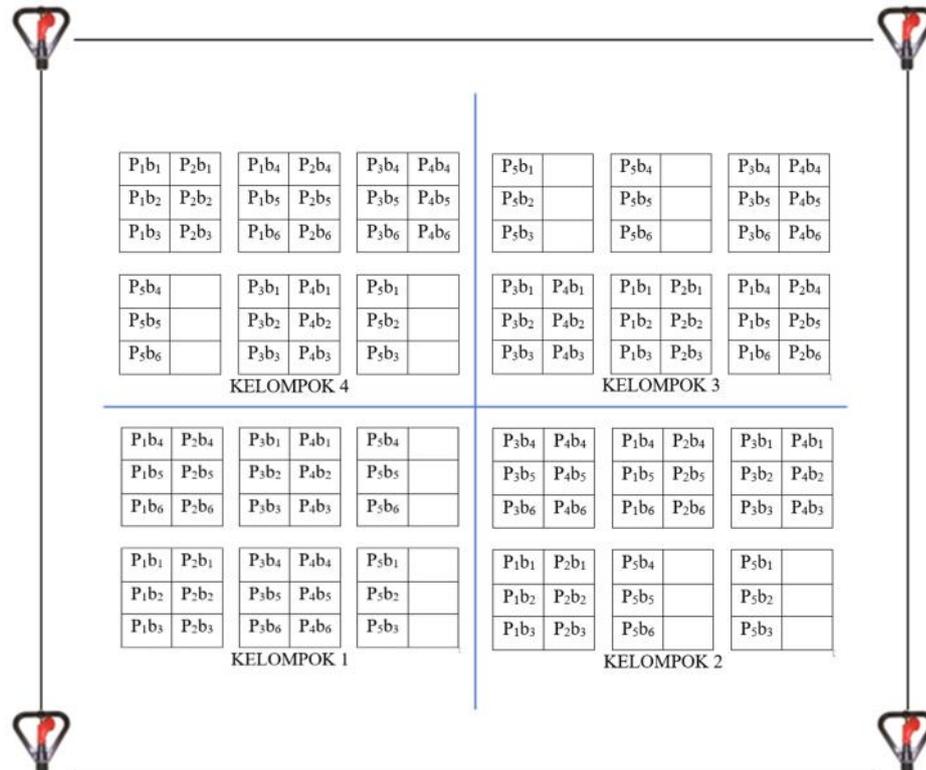
$$= 14,56 \text{ menit} = 14 \text{ menit } 34 \text{ detik}$$



Keterangan :  = penakar curah hujan       = *sprinkler*  
 = pipa air

Gambar 9. Kalibrasi curah hujan.

Aplikasi herbisida dimulai dari rentang waktu simulasi curah hujan paling lama yaitu 4 jam setelah aplikasi (JSA). Setelah itu dilanjutkan dengan perlakuan 2 JSA, 1 JSA, 0,5 JSA, dan 0,0 JSA. Dengan demikian, simulasi curah hujan dapat dilakukan secara bersamaan (Gambar 10).



Keterangan : b<sub>1</sub> : *Ageratum conyzoides*                      b<sub>2</sub> : *Asystasia gangetica*  
 b<sub>3</sub> : *Rottboellia exaltata*                                      b<sub>4</sub> : *Digitaria ciliaris*  
 b<sub>5</sub> : *Cyperus rotundus*                                        b<sub>6</sub> : *Cyperus kyllingia*  
 p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, p<sub>3</sub>, ..., p<sub>7</sub> = perlakuan waktu turun hujan setelah aplikasi

Gambar 10. Aplikasi curah hujan.

### 3.5 Pengamatan

Pemanenan gulma dilakukan saat dijumpai adanya indikasi pemulihan keracunan atau 50% gulma percobaan mengalami kematian. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong gulma tepat di atas permukaan media tanam atau pada bagian pangkal batang gulma dan bagian gulma yang diambil hanyalah bagian yang masih hidup.

### 3.5.1 Persentase keracunan gulma

Pengamatan persen keracunan gulma diamati secara visual terhadap gejala keracunan. Penentuan persen keracunan dilakukan dengan cara membandingkan gulma yang diaplikasi herbisida dengan gulma yang tidak diaplikasi herbisida sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan 3, 6, 9, 12, dan 15 hari setelah aplikasi pada saat pagi atau sore hari. Menurut Sriyani (2016), ciri-ciri gulma yang teracuni yaitu menguning, berwarna coklat, mengering, dan mati.

### 3.5.2 Bobot kering gulma

Penetapan bobot kering gulma dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengeringkan bagian gulma yang hidup dengan oven. Biomassa gulma yang masih hidup hasil dari pemanenan dimasukkan ke dalam kertas/amplop yang telah ditandai dengan label sesuai perlakuan. Kantung berisi biomassa gulma tersebut kemudian dimasukkan dalam oven untuk dikeringkan pada temperature 80 °C selama 48 jam hingga bobot keringnya konstan, kemudian ditimbang, dan dicatat hasilnya.

Persen kerusakan merupakan nilai yang menunjukkan seberapa besar kemampuan herbisida dalam mematikan gulma. Nilai persen kerusakan dapat diperoleh dengan cara membandingkan nilai bobot kering perlakuan herbisida dengan kontrol menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Persen kerusakan (\%)} = (1 - (P/K)) * 100\%$$

Keterangan :

P = nilai bobot kering gulma dengan perlakuan herbisida

K = nilai bobot kering gulma kontrol

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Herbisida kalium glifosat efektif mengendalikan pertumbuhan gulma total, golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki meskipun langsung turun hujan setelah aplikasi.
2. Herbisida kalium glifosat efektif mengendalikan pertumbuhan gulma *Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, *Digitaria ciliaris*, *Cyperus rotundus*, dan *Cyperus kyllingia* meskipun langsung turun hujan setelah aplikasi.
3. Herbisida kalium glifosat yang dihujani 0 – 4 jam setelah aplikasi tidak efektif mengendalikan pertumbuhan gulma *Asystasia gangetica*.
4. Hujan yang turun antara 0 – 4 jam setelah aplikasi dapat menurunkan efektivitas herbisida kalium glifosat sebesar 11 – 75% terhadap gulma total, golongan daun lebar, dan golongan teki.
5. Hujan yang turun antara 0 – 2 jam setelah aplikasi dapat menurunkan efektivitas herbisida kalium glifosat sebesar 31 – 54% terhadap gulma *Ageratum conyzoides*.
6. Hujan yang turun antara 0 – 0,5 jam setelah aplikasi dapat menurunkan efektivitas herbisida kalium glifosat sebesar 35 – 40% terhadap gulma *Cyperus kyllingia*.

7. Semakin dekat rentang waktu turun hujan setelah aplikasi herbisida kalium glifosat pada gulma, maka semakin tinggi penurunan tingkat keracunannya.

## 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah spesies gulma yang disesuaikan dengan sasaran herbisida kalium glifosat karena setiap spesies gulma memiliki respon yang berbeda terhadap herbisida dan juga menggunakan rentang waktu turun hujan yang lebih lama yaitu 6 – 8 jam setelah aplikasi pada gulma *Asystasia gangetica*. Selain itu, taraf dosis yang lebih rendah juga perlu diteliti untuk mengetahui pengaruh dosis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adli, A.S. 2014. *Karakterisasi Ekstrak Etanol Tanaman Rumput Israel (Asystasia gangetica) dari Tiga Tempat Tumbuh di Indonesia*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Agus, F., M. van Noordwijk, dan S. Rahayu. 2004. *Dampak Hidrologis Hutan, Agroforestri, dan Pertanian Lahan Kering sebagai Dasar Pemberian Imbalan kepada Penghasil Jasa Lingkungan di Indonesia*. Prosiding Lokakarya di Padang/Singkarak, Sumatera Barat, Indonesia. ICRAF-SEA, Bogor.
- Amalia, P. 2009. *Efikasi Herbisida Kalium Glifosat (TOUCHDOWN 450 SL) terhadap Gulma pada Budidaya Karet (Hevea brasiliensis [Muell.] Arg.) dan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Menghasilkan*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Aviad, Y., H. Kutiel, dan H. Lavee. 2003. Analysis of Beginning, End, and Length of The Rainy Season Along a Mediteranian-arid Climate Transect for Geomorphic Purposes. *Journal of Arid Environments*. 59: 189-204.
- Bariuan, J.V., K.N. Reddy, dan G.D. Wills. 1999. Glyphosate Injury, Rainfastness, Absorption, and Translocation in Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*). *J. Weed Technology*. Volume 13: 112 – 119.
- Barus, E. 2003. *Pengendalian Gulma di Perkebunan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2017. *Daftar Istilah Klimatologi*. <http://balai3.denpasar.bmkg.go.id/daftar-istilah-musim>. Diakses pada tanggal 26 April 2017 pukul 15.05 WIB.
- Centre of Agriculture and Biosciences International. 2013. *Asystasia gangetica*. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/7641>. Diakses 17 Januari 2017 pukul 16.04 WIB.
- Caton, B.P., M. Mortimer, J.E. Hill, dan D.E. Johnson. 2011. *Gulma Padi di Asia*. IRRI. Los Banos (Filipina). 119 hlm.

- Centro Internacional de Agricultural Tropical. 1984. *The Biology and Control of Purple Nutsedge (Cyperus rotundus L.)*. Centro Internacional de Agricultural Tropical. Cali : Colombia.
- Chalchalis, D., dan K.N. Reddy. 2004. Pelargonic Acid and Rainfall Effects on Glyphosate Activity in Trumpet creeper (*Campis radicans*). *J. Weed Technology*. Volume 18: 66-72.
- Czarnota, M., dan P. Thomas. 2013. *Using Surfactants, Wetting Agents, and Adjuvants in The Greenhouse*. The University of Georgia. Georgia.
- Database of Medicinal and Aromatic Plants. 2016. *Ageratum conyzoides*. [http://bioinfo.bisr.res.in/project/domap/plant\\_details.php?plantid=0009&name=Ageratum%20conyzoides](http://bioinfo.bisr.res.in/project/domap/plant_details.php?plantid=0009&name=Ageratum%20conyzoides). Diakses pada 17 Januari 2017 pukul 15.38 WIB.
- Fryer, J.D., dan S. Matsunaka. 1988. *Penanggulangan Gulma Secara Terpadu*. PT. Bina Aksara. Jakarta. 262 hlm.
- Gannon, T.W., dan F.H. Yelverton. 2008. Effect of Simulated Rainfall on Tall Fescue (*Lolium arundinaceum*) Control with Glyphosate. *J. Weed Technology*. 22: 553-557.
- Girsang, W. 2005. Pengaruh Tingkat Dosis Herbisida Isopropilamina Glifosat dan Selang Waktu Terjadinya Pencucian Setelah Aplikasi terhadap Efektivitas Pengendalian Gulma pada Perkebunan Karet (*Hevea brasiliensis*) TBM. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*. 3(2):31-36.
- Grover, R., dan A. J. Cessna. 1988. *Environmental Chemistry of Herbicides Volume II*. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Huffman, L. 2004. *Herbicides, Weeds, dan Rain*. Weed management article. New York Berry News. Vol. 3 No. 9.
- Ismangil. 2014. Awan, Hujan, Angin, dan Pengaruhnya terhadap Tanaman. <https://www.slideshare.net/purwandaruwidyasunu/bab-5-awan-hujan-angin-dan-pengaruhnya-terhadap-tanaman>. Diakses pada tanggal 26 April 2017 pukul 15.08 WIB.
- James, T. K., dan A. Rahman. 2005. *Efficacy of Several Organic Herbicides and Glyphosate Formulations Under Simulated Rainfall*. New Zealand Plant Protection. 58:157-163.
- Kristiawati, I. 2003. *Uji Tipe Campuran Herbisida Fluroksipir dan Glifosat (TOPSTAR 50/300 EW) Menggunakan Gulma Paspalum conjugatum Berg. dan Mikania micrantha (L.) Kunth*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Maddox, V., J.D. Byrd, dan R. Westbrook. 2010. *Southern Crabgrass [Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler]*. Mississippi State University. Starkville.
- Meza, P., dan A. Yunez. 2015. *The Effect of Rainfall Variation on Agricultural Households: Evidence from Mexico*. International Conference of Agricultural Economist. Universita Degli : Milan.
- Miller, P., dan P. Westra. 1998. *Herbicide Surfactants and Adjuvants*. Colorado State University. Colorado.
- Moenandir, J. 1990. *Fisiologi Herbisida (Ilmu Gulma : Buku II)*. Rajawali Press. Jakarta. 143 hlm.
- \_\_\_\_\_. 1993. *Persaingan Tanaman Budidaya dengan Gulma*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 102 hlm.
- Mulyati, S. 2004. *Studi Efektivitas Herbisida Glifosat 48% dan Herbisida Glifosat 24% + 2,4 D 12% untuk Mengendalikan Gulma pada Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Belum Menghasilkan*. Skripsi. IPB. Bogor.
- National Academy of Sciences. 1968. *Principles of Plant and Animal Pest Control (Volume 2: Weed Control)*. National Academy of Sciences. Washington DC.
- National Centre for Biotechnology Information. 2008. *Potassium Glyphosate*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/23716553#section=Names-and-Identifiers>. Diakses pada 3 September 2017 pukul 12.34 WIB.
- Ndamani, F., dan T. Watanabe. 2015. Influences of rainfall in crop production and suggestions for adaptation. *Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 5 (1), pp. 367-374.
- Nooteboom dan Stevens. 2000. *Cyperus kyllingia*. [http://portal.cybertaxonomy.org/floramalesiana/cdm\\_dataportal/taxon/8eaf9836-7a9b-49a2-8c1e-061395a4ff39](http://portal.cybertaxonomy.org/floramalesiana/cdm_dataportal/taxon/8eaf9836-7a9b-49a2-8c1e-061395a4ff39). Diakses pada 17 Januari 2017 pukul 15.12 WIB.
- Oerke, E. C. dan H. W. Dehne. 2004. Safeguarding production-losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*. 23: 275-285
- Purwanti. 2003. *Uji Tipe Campuran Herbisida Glifosat dan 2,4-D (BIMASTAR 240/120 AS) dengan Memakai Gulma Brachiaria paspaloides dan Bidens pilosa*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Reddy, K.N., dan M. Singh. 1992. Organosilicone Adjuvant Effects on Glyphosate Efficacy and Rainfastness. *J. Weed Technology*. Volume 6: 361-365.

- Reddy, K.N. 2000. Factors Affecting Toxicity, Absorption, and Translocation of Glyphosate in Redvine (*Brunnichia ovata*). *J. Weed Technology*. Volume 14: 457 – 462.
- Santoso, H. B. 1992. *Sereh Wangi (Bertanam dan Penyulingan)*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sarifah. 2006. *Studi Tipe Campuran Herbisida LUTOP 250/125 SL (Glifosat + 2,4-D) terhadap Gulma Cyperus rotundus L., Brachiaria paspaloides (Presl) C. E. Hubb, dan Synedrella nodiflora (L.) Gaertn.* Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Schuette, J. 1998. *Environmental Fate of Glyphosate*. Department of Pesticide Regulation. Sacramento.
- Sembodo, D. R. J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 166 hlm.
- Sipayung, S. B. 2003. *Dampak Variabilitas Iklim terhadap Produksi Pangan di Sumatera*. Penelitian Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Bandung.
- Soerjani, M., A. J. G. H. Kostermans, dan G. Tjitrosoepomo. 1987. *Weed of Rice in Indonesia*. Balai Pustaka. Jakarta. 716 hlm.
- Souza, G. S. F., D. Martins, M. R. R., Pereira, dan M. V. B., Bagatta. 2014. Action of rain on the efficiency of herbicides applied post-emergence in the control of *Senna obtusifolia*. *J. Ciênc. Agron.* Vol. 45, no. 3, p. 550-557.
- 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.
- Sriyani, N. 2015. *Bahan Kuliah Dasar-dasar Perlindungan Tanaman*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- \_\_\_\_\_. 2016. *Bahan Kuliah Herbisida dan Lingkungan*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Suciantini. 2015. *Interaksi Iklim (Curah Hujan) terhadap Produksi Tanaman Pangan di Kabupaten Pacitan*. Prosiding Seminar Nasional Masy. Biodiversitas Indonesia 1 (2): 358-365.
- Syahputra, E., Sarbino, dan S. Dian. 2011. Weeds Assessment di Perkebunan Kelapa Sawit Lahan Gambut. *J. Tek. Perkebunan & PSDL*. Vol. 1, Hal 37-42.

- Tim Penyusun Kamus Penebar Swadaya. 2013. *Kamus Pertanian Umum*. Penebar Swadaya. Jakarta. 436 hlm.
- Tjitrosoedirdjo, S., I.S. Utomo, dan J. Wiroatmojo. 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. PT. Gramedia. Jakarta. 210 hlm.
- Tomlin, C. D. S. 2010. *A World Compendium. The e- Pesticide Manual. Version 5.1, Fifteenth Edition*. British Crop Protection Council (BCPC), Surrey, United Kingdom.
- United States Department of Agriculture. 2010. *Digitaria ciliaris*. <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=DICI>. Diakses pada 17 Januari 2017 pukul 17.53 WIB.
- Wang, B., dan Linho. 2001. Rainy Season of The Asian-Pasific Summer Monsoon. *Journal of Climate*. Volume 15: 386-398.
- Warsito, B., Tarno, dan A. Sugiharto. 2008. *Prediksi Curah Hujan sebagai Dasar Perencanaan Pola Tanam Padi dan Palawija menggunakan Model General Regression Neural Network*. Artikel Ilmiah. Universitas Diponegoro : Semarang.
- Wiralaga, R.A., E. Wijaya, dan A. Kurnianingsih. 2011. *Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Berbagai Takaran Pupuk Cair dan Pengolahan Tanah Sebagai Tanaman Sela, serta Pengaruh terhadap Tanarnan Karet yang Belum Menghasilkan*. Laporan Penelitian. Universitas Sriwijaya.
- Wulandari, D. 2000. *Efektivitas Dua Formulasi herbisida Glifosat untuk Pengendalian Gulma pada Pertanaman Tebu (Saccharum officinarum L.) di Lahan Kering*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.