

UJI RESISTENSI GULMA RUMPUT *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Eleusine indica* ASAL PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP HERBISIDA BROMASIL

(Skripsi)

Oleh

**I GEDE SUWARTA JIWA
NPM 1414121105**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

UJI RESISTENSI GULMA RUMPUT *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Eleusine indica* ASAL PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP HERBISIDA BROMASIL

Oleh

I GEDE SUWARTA JIWA

Gulma *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ciliaris* dan *Eleusine indica* merupakan gulma golongan rumput yang banyak tumbuh dan sulit dikendalikan di perkebunan nanas Lampung Tengah. Salah satu pengendalian kimiawi untuk gulma yang dilakukan yaitu dengan aplikasi herbisida bromasil. Penggunaan herbisida mekanisme kerja yang sama secara terus menerus dan dalam jangka waktu yang lama mengakibatkan munculnya gulma resisten. Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai LT_{50} (*Median Lethal Time*), ED_{50} (*Median Effective Dose*) dan menguji resistensi gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris* dan *E. indica* terpapar herbisida bromasil asal perkebunan nanas Lampung Tengah. Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan area Perguruan Tinggi Al-Madani, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung. Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari sampai Mei 2019, menggunakan rancangan petak terbagi dengan 5 ulangan. Faktor pertama yaitu asal gulma yang diuji terpapar herbisida dan tidak terpapar herbisida. Faktor kedua yaitu dosis herbisida bromasil 0 ; 800 ; 1.600 ; 3.200 ; 6.400: 12.800 g ha⁻¹. Analisis probit terhadap persen keracunan gulma dilakukan untuk menentukan kecepatan meracuni (LT_{50}) dan analisis probit terhadap bobot

kering gulma dilakukan untuk menentukan dosis efektif (ED_{50}). Nisbah Resistensi (NR) digunakan untuk mengetahui tingkatan resistensi gulma yang terpapar herbisida yaitu dari perbandingan ED_{50} gulma terpapar dengan gulma tidak terpapar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Gulma yang terpapar bromasil memerlukan waktu lebih lama teracuni dengan nilai LT_{50} atau kecepatan meracuni lebih lama dibanding dengan gulma yang tidak terpapar bromasil. Pada dosis 1600 g ha^{-1} LT_{50} *D. aegyptium*, *D. ciliaris* dan *E. indica* terpapar bromasil secara berurutan yaitu 5,36; 72,08; 111,72 hari sedangkan untuk gulma tidak terpapar hasilnya secara berurutan yaitu 3,95; 4,94; 5,41 hari (2) Gulma yang terpapar bromasil mati pada dosis yang lebih tinggi dibandingkan dengan gulma yang tidak terpapar bromasil dengan nilai ED_{50} *D. aegyptium*, *D. ciliaris* dan *E. indica* terpapar bromasil yaitu 178,65; 714,60; 588,59 g ha^{-1} dan tidak terpapar bromasil secara berurutan yaitu 157,30; 182,60; 152,16 g ha^{-1} (3) Gulma *D. aegyptium* dengan NR 1,14 masih sensitif sedangkan *D. ciliaris* dan *E. indica* dengan nilai NR masing-masing sebesar 3,91; 3,87 mengalami resistensi rendah.

Kata kunci : bromasil, gulma, herbisida, resistensi.

UJI RESISTENSI GULMA RUMPUT *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Eleusine indica* ASAL PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP HERBISIDA BROMASIL

Oleh

I GEDE SUWARTA JIWA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : UJI RESISTENSI GULMA RUMPUT *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Eleusine indica* ASAL PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP HERBISIDA BROMASIL

Nama Mahasiswa : I Gede Suwarta Jiwa

NPM : 1414121105

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing

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

Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P.
NIP. 196002131986102001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

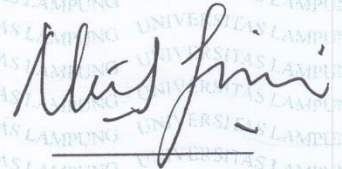
Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP. 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

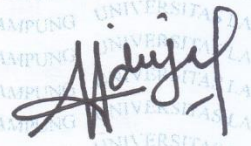
Ketua

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



Sekretaris

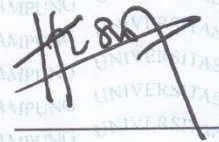
: Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Ir. Herry Susanto, M.P.



2. Dekan Fakultas Pertanian

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

NIP.196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 Juni 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan skripsi saya yang berjudul “UJI RESISTENSI GULMA RUMPUT *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Eleusine indica* ASAL PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP HERBISIDA BROMASIL” merupakan hasil karya sendiri dan bukan karya orang lain. 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 ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 23 Juni 2021
Yang Menyatakan,



I Gede Suwarta Jiwa
NPM 1414121105

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Rama Murti, Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 12 Agustus 1995, anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak I Nengah Sulantra dan Ibu Ni Nengah Nilawati. Penulis mengawali pendidikan tahun 2001 di TK Widya Dharma Rama Murti dan lulus tahun 2002. Pada tahun 2002 di SD Negeri 1 Rama Murti dan lulus tahun 2008. Kemudian pada tahun 2008 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Seputih Raman dan lulus tahun 2011. Selanjutnya tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Seputih Raman dan lulus tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian di Universitas Lampung melalui jalur seleksi Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP) dengan memperoleh Beasiswa S1 PMPAP.

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2018 di Desa Mulya Sari, Kecamatan Gunung Agung, Kabupaten Tulang Bawang Barat, Provinsi Lampung dan melaksanakan Praktik Umum di Balai Benih Hortikultura Lampung. Selama menempuh pendidikan di Agroteknologi, penulis pernah menjadi anggota Kesatuan Mahasiswa Hindu Dharma Indonesia (KMHDHI) Lampung Tahun 2014, anggota di Kementrian Keuangan BEM Unila tahun 2015, anggota Bidang Kewirausahaan UKM Hindu Unila tahun 2015, asisten praktikum mata kuliah Dasar-dasar Perlindungan Tanaman tahun 2017, Herbisida dan Lingkungan, Ilmu dan Teknik Pengendalian Gulma tahun 2018.

PERSEMBAHAN

Astungkare, syukur kehadiran Sang Hyang Widhi Wasa yang selalu memberikan Rahmat-NYA pada setiap makhluk, dengan kerendahan hati, kupersembahkan karya sederhanaku ini kepada:

1. Ibu Ni Nengah Nilawati dan Ayah I Nengah Sulantra tercinta yang telah mendidikku, merawat dengan penuh kasih sayang.
2. Adik-adikku terkasih Kadek Adi Darma Yasa dan I Komang Widana yang selalu memberi semangat dan perhatian.
3. Almarhum Neneku Me Suatra dan almarhum Kakekku Pak Suatra dan almarhum paman I Wayan Suatra tercinta beserta seluruh keluarga besarku tersayang yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan motivasi terbaiknya.
4. Para pendidik yang senantiasa memberikan didikan dan bimbingan terbaik kepadaku dengan tulus dan ikhlas.
5. Semua sahabat-sahabatku yang begitu tulus menemani langkah juangku dan senantiasa saling mengingatkan dalam kebaikan.
6. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

MOTTO

*“Perbanyaklah karma kebaikan dengan selalu berusaha untuk berpikir, berkata dan berbuat kebaikan dengan semua makhluk ciptaan Tuhan”
(I Gede Suwarta Jiwa)*

*“Selama bisa memberi membantu gunakanlah kesempatan emas untuk memperbanyak karma yang baik. karena di luar sana banyak sekali orang leleh meminta-meminta bantuan dan ingin bisa memberi bantuan”
(I Gede Suwarta Jiwa)*

*“Lakukan dengan sepenuh hati dan syukuri apa yang diberikan oleh Tuhan”
(I Gede Suwarta Jiwa)*

SANWACANA

Astungkare, syukur penulis haturkan kehadirat Sang Hyang Widhi Wasa, karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Resistensi Gulma Rumput *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ciliaris*, dan *Eleusine indica* Asal Perkebunan Nanas Lampung Tengah Terhadap Herbisida Bromasil”. Penelitian ini tidak akan mungkin terselesaikan tanpa adanya dorongan semangat yang besar dan kritik yang membangun dari semua pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc. selaku pembimbing pertama atas ilmu pengetahuan, bimbingan, saran, motivasi dan kesabaran kepada penulis selama penelitian hingga penyelesaian penelitian dan penyelesaian skripsi.
4. Ibu Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P. selaku pembimbing kedua atas ilmu pengetahuan, bimbingan, saran dan kesabaran kepada penulis selama penyelesaian skripsi.
5. Bapak Ir. Herry Susanto, M.P. selaku pembahas atas ilmu pengetahuan, saran, motivasi dan segala masukan kepada penulis selama penyelesaian skripsi.
6. Bapak Ir. Nur Yasin, M.Si. selaku Pembimbing Akademik atas motivasi, saran dan dukungannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan.

8. Ayah dan Ibu beserta seluruh keluarga besarku yang senantiasa memberikan perhatian, kasih sayang, dukungan, semangat dan motivasi terbaiknya.
9. Ni Wayan Santi, S.Pd. yang selalu memberi semangat dan bantuannya.
10. Tim penelitian gulma resistensi bapak Heri Hendarto, Resti Puspa Kartika Sari, Nisri Wiji Wahyuni, Mora Shere Manurung, Nawa Nurul Fauziah, Kenny Titian Mutiara, Novia Dwi Anjani, Vickram Kautsar Nugraha D. Putra, Chintya Nova dan Leni Purnamasari, atas kerja sama, semangat dan perjuangannya sejak penelitian berlangsung hingga skripsi terselesaikan.
11. Bapak Basuki, Bang Dani, Tim Pekerja di PT. GGPC selama pengambilan data dan guma uji hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
12. Seluruh teman-teman Praktik Pengenalan Pertanian, Praktik Umum , Kuliah Kerja Nyata atas perhatian dan kerja samanya
13. Tim asisten praktikum mata kuliah Dasar-dasar Perlindungan Tanaman tahun 2017, Herbisida dan Lingkungan, Ilmu dan Teknik Pengendalian Gulma tahun 2018 atas kerja samanya.
14. Teman-teman Agroteknologi 2014 atas persahabatan, doa, dukungan serta kebersamaannya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 23 Juni 2021

I Gede Suwarta Jiwa

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Nanas	6
2.2 Produksi Nanas	6
2.3 Gulma <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	7
2.4 Gulma <i>Digitaria ciliaris</i>	8
2.5 Gulma <i>Eleusine indica</i>	9
2.6 Herbisida Bromasil	10
2.7 Teknik Pengendalian Gulma di Perkebunan Nanas Lampung Tengah.....	11
2.8 Resistensi Gulma	12
2.8.1 Sejarah Resistensi	12
2.8.2 Pengertian Resistensi	13
2.8.3 Mekanisme Resistensi	13
2.8.4 Pengujian Resistensi Gulma	14
2.8.5 Kasus Resisten Herbisida	15
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Rancangan Percobaan	19

3.4 Pelaksanaan Penelitian	22
3.4.1 Survei Lapang	22
3.4.2 Pengambilan Bibit Gulma	23
3.4.3 Penanaman Gulma	24
3.4.4 Pemeliharaan Gulma	24
3.4.5 Aplikasi Herbisida Bromasil	24
3.5 Variabel Pengamatan	26
3.5.1 Persen Keracunan	26
3.5.2 Bobot Kering Gulma	26
3.6 Analisis Data	26
3.6.1 Kecepatan Meracuni	26
3.6.2 Dosis Efektif (ED ₅₀)	27
3.6.3 Nisbah Resistensi (NR)	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gulma <i>Dactiloctenium aegyptium</i>	28
4.1.1 Persen Keracunan dan Respon Gulma <i>D. aegyptium</i> terhadap Bromasil	28
4.1.2 Bobot Kering dan Persen Kerusakan Gulma	31
4.1.3 Nilai LT ₅₀ Gulma <i>D. aegyptium</i> terhadap Bromasil	32
4.1.4 Resistensi Gulma <i>D. aegyptium</i>	34
4.2 Gulma <i>Digitaria ciliaris</i>	34
4.2.1 Persen Keracunan dan Respon Gulma <i>D. ciliaris</i> terhadap Bromasil	34
4.2.2 Bobot Kering dan Persen Kerusakan Gulma	37
4.2.3 Nilai LT ₅₀ Gulma <i>D. ciliaris</i> terhadap Bromasil	38
4.2.4 Resistensi Gulma <i>D. ciliaris</i>	40
4.3 Gulma <i>Eleusine indica</i>	41
4.3.1 Persen keracunan dan Respon Gulma <i>E. indica</i>	41
4.3.2 Bobot Kering dan Persen Kerusakan Gulma	43
4.3.3 Nilai LT ₅₀ Gulma <i>E. indica</i> terhadap Bromasil	44
4.3.4 Resistensi Gulma <i>E. indica</i>	46
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai LT_{50} <i>D. aegyptium</i> terhadap Bromasil.	33
2. Nilai ED_{50} dan NR <i>D. aegyptium</i> terhadap Bromasil.	34
3. Nilai LT_{50} gulma <i>D. ciliaris</i> terhadap Bromasil	39
4. Nilai ED_{50} dan NR <i>D. ciliaris</i> terhadap Bromasil	40
5. Nilai LT_{50} <i>E. indica</i> terhadap Bromasil.....	45
6. Nilai ED_{50} dan NR <i>E. indica</i> terhadap Bromasil.....	46
7. Data Persen Keracunan Gulma <i>D. aegyptium</i> Akibat Herbisida Bromasil (%).....	53
8. Data Persen Keracunan Gulma <i>D. ciliaris</i> Akibat Herbisida Bromasil (%).....	54
9. Data Persen Keracunan Gulma <i>E. indica</i> Akibat Herbisida Bromasil (%).....	55
10. Data Bobot Kering <i>D. aegyptium</i> (g).....	56
11. Data Bobot Kering <i>D. ciliaris</i> (g).....	56
12. Data Bobot Kering <i>E. indica</i> (g).....	57
13. Data Persen Kerusakan <i>D. aegyptium</i> (%).....	57
14. Data Persen Kerusakan <i>D. ciliaris</i> (%).....	58
15. Data Persen Kerusakan <i>E. indica</i> (%).....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. (a) Kondisi di lapang; (b) gulma dewasa; (c) biji gulma; (d) pembungaan gulma <i>D. aegyptium</i> (Sriyani dkk., 2014).....	8
2. (a) Kondisi di lapang; (b) gulma dewasa <i>D. ciliaris</i> (Sriyani dkk., 2014).	8
3. (a) Kondisi di lapang; (b) gulma dewasa; (c) gulma juvenil; (d) pembungaan gulma <i>E. indica</i> (Sriyani dkk., 2014).....	9
4. Rumus bangun herbisida bromasil (Tomlin,1997).....	10
5. Grafik jumlah spesies gulma yang resisten terhadap beberapa jenis herbisida (Heap, 2021).....	16
6. Tata Letak Percobaan <i>D. aegyptium</i>	20
7. Tata Letak Percobaan Gulma <i>D. ciliaris</i>	21
8. Tata Letak Percobaan Gulma <i>E. indica</i>	22
9. Lokasi gulma terpapar dengan titik kordinat (4049'19.5"S 105015'34.8"E).....	23
10. Lokasi gulma tidak terpapar dengan titik kordinat (4053'33.2"S 105012'55.2"E).....	23
11. Bibit gulma yang ditanam di pot.....	24
12. Gulma siap aplikasi.....	25
13. Nilai persen keracunan gulma <i>D. aegyptium</i> akibat aplikasi herbisida bromasil.....	29
14. Respon <i>D. aegyptium</i> terpapar dan tidak terpapar bromasil akibat perlakuan herbisida berbahan aktif bromasil pada 14 HSA.	30
15. Bobot kering gulma <i>D. aegyptium</i> akibat aplikasi herbisida bromasil .	31
16. Persen kerusakan gulma <i>D. aegyptium</i> akibat aplikasi herbisida bromasil.....	32
17. Nilai persen keracunan gulma <i>D. ciliaris</i> akibat aplikasi herbisida bromasil.....	35
18. Respon <i>D. ciliaris</i> terpapar dan tidak terpapar bromasil akibat perlakuan herbisida berbahan aktif bromasil pada 14 HSA.....	36
19. Bobot kering gulma <i>D. ciliaris</i> akibat aplikasi herbisida bromasil.....	37
20. Persen kerusakan gulma <i>D. ciliaris</i> akibat aplikasi herbisida bromasil.....	38

22. Respon <i>E. indica</i> terpapar dan tidak terpapar bromasil akibat perlakuan herbisida berbahan aktif bromasil pada 14 HSA.....	42
23. Bobot kering gulma <i>E. indica</i> akibat aplikasi herbisida bromasil.	43
24. Persen kerusakan gulma <i>E. indica</i> akibat aplikasi herbisida bromasil	44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gulma menjadi masalah yang sangat penting dalam kegiatan budidaya tanaman. Gulma yang berada di areal budidaya dapat menjadi pesaing bagi tanaman dalam pengambilan unsur hara, air, CO₂, cahaya matahari dan ruang tumbuh. Selain itu, gulma dapat menjadi inang bagi hama atau patogen. Tindakan pengendalian gulma perlu dilakukan untuk mencegah penurunan hasil panen dan gagal panen (Sembodo, 2010).

Pengendalian gulma dapat dilakukan beberapa cara yaitu secara preventif atau pencegahan, mekanik atau fisik, kultur teknik atau ekologi, kimiawi dan terpadu (Sembodo, 2010). Pengendalian gulma secara kimiawi dengan menggunakan herbisida sangat populer digunakan karena ketersediaan tenaga kerja yang terbatas, waktu pelaksanaan pengendalian gulma relatif lebih singkat, dan biaya pengendalian lebih murah dibanding dengan teknik pengendalian lain.

Herbisida yang pertama kali ditemukan adalah 2,4-D. 2,4-D ditemukan tahun 1941 di Amerika dan baru digunakan tahun 1944. Setelah ditemukan herbisida 2,4-D kemudian banyak berkembang herbisida-herbisida baru dan terus digunakan sampai saat ini. Penggunaan herbisida dengan mekanisme kerja yang sama secara terus-menerus selama berpuluh-puluh tahun dapat mengakibatkan dampak negatif salah satunya munculnya gulma resisten (Sembodo, 2010).

Gulma resisten muncul akibat adanya tekanan seleksi oleh penggunaan herbisida sejenis secara berulang-ulang dalam periode waktu yang lama. Setiap pengaplikasian herbisida yang sama akan mematikan individu - individu yang sensitif dan meninggalkan individu-individu yang resisten. Individu gulma

resisten tersebut tumbuh dan berkembang biak menjadi gulma yang dominan sehingga gagal dikendalikan (Purba, 2009).

Kasus resistensi pertama dilaporkan tahun 1957 di Hawaii yaitu kasus resistensi wortel spesies liar terhadap herbisida 2,4-D. Kemudian pada tahun 1970 di Washington, Amerika Serikat terjadi kasus resistensi *Senecio vulgaris* terhadap herbisida triazin (Hager dan Spraque, 2000). Resistensi gulma terhadap herbisida tentu telah meluas dan meningkat di berbagai belahan dunia. Pada tahun 2019 sudah terdapat 498 kasus gulma tahan herbisida secara global, dengan 255 spesies terdiri dari 148 dikotil dan 107 monokotil dan terus mengalami penambahan kasus (Heap, 2019).

Penelitian dan laporan tentang resistensi herbisida sudah banyak dilakukan oleh negara-negara di Benua Eropa, Amerika dan Afrika. Sedangkan laporan dan penelitian tentang resistensi di Indonesia masih sedikit padahal banyak terdapat perkebunan-perkebunan besar yang menggunakan herbisida secara intensif selama berpuluh-puluh tahun. Salah satu perkebunan yang menggunakan herbisida secara intensif adalah perkebunan nanas Lampung Tengah. Herbisida yang digunakan di perkebunan nanas Lampung Tengah diantaranya bromasil, diuron, ametrin dan quizalopop. Salah satu herbisida yang telah digunakan sejak awal berdirinya perkebunan nanas ini adalah bromasil. Herbisida bromasil digunakan dari tahun 1979 atau sudah lebih dari 30 tahun. Pengendalian gulma pada saat sebelum tanam (*pre planting*) menggunakan herbisida bromasil dengan dosis 4 kg ha⁻¹. Penggunaan herbisida dengan mekanisme kerja yang sama dengan bromasil secara terus menerus dalam waktu yang lama dapat menimbulkan terbentuknya populasi gulma resisten terhadap herbisida bromasil (Tim Budidaya Nanas PT GGP, 2013).

Gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* merupakan beberapa gulma yang tumbuh dominan dan sulit dikendalikan menggunakan herbisida bromasil. Gulma-gulma tersebut dapat diduga telah mengalami resistensi terhadap herbisida bromasil. Penelitian mengenai resistensi gulma terhadap herbisida bromasil sangat penting dilakukan untuk membuktikan dugaan tersebut secara ilmiah serta untuk

menambah informasi tentang gulma yang telah mengalami resistensi agar dapat melakukan tindakan pencegahan dan pengelolaan gulma secara tepat dan bijaksana.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kecepatan herbisida bromasil dalam meracuni gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* terpapar dan tidak terpapar herbisida bromasil?
2. Berapakah nilai *Median Effective Dose* (ED₅₀) gulma *D. aegyptium*, *Digitaria ciliaris*, dan *E. indica* terpapar dan tidak terpapar herbisida bromasil?
3. Bagaimana status resistensi gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* terpapar herbisida bromasil?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kecepatan reaksi meracuni dari herbisida bromasil atau nilai *Median Lethal Time* (LT₅₀) terhadap gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* terpapar dan tidak terpapar herbisida bromasil.
2. Mengetahui nilai *Median Effective Dose* (ED₅₀) gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* terpapar dan tidak terpapar herbisida bromasil.
3. Mengetahui status resistensi gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* terpapar herbisida bromasil.

1.4 Kerangka Pemikiran.

Perkebunan nanas Lampung Tengah merupakan sentral produksi nanas kaleng terbesar ketiga di dunia dan pertama di Indonesia. Salah satu faktor yang dapat menurunkan hasil panen buah nanas bahkan kerugian yaitu gulma. Keberadaan gulma dapat mengakibatkan kompetisi dalam perebutan air, CO₂, cahaya

matahari, unsur hara dan ruang tumbuh dengan tanaman. Tindakan pengendalian gulma penting dilakukan untuk menjaga produksi nanas tetap tinggi.

Teknik pengendalian gulma yang paling sering dilakukan yaitu pengendalian secara kimiawi menggunakan herbisida, hal ini disebabkan karena luas lahan perkebunan yang sangat luas, ketersediaan tenaga kerja yang terbatas, waktu pelaksanaan pengendalian gulma relatif lebih singkat, dan biaya pengendalian lebih murah dibanding dengan teknik pengendalian lain.

Herbisida yang sering digunakan diantaranya adalah bromasil. Herbisida bromasil sudah digunakan sejak awal berdirinya perkebunan nanas Lampung Tengah tahun 1979. Pengaplikasian secara terus menerus dan dosis yang semakin meningkat akan memungkinkan munculnya gulma resisten terhadap herbisida bromasil.

Gulma dapat dikatakan resistensi gulma terhadap herbisida apabila gulma tidak mati pada dosis yang direkomendasikan. Gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* merupakan gulma rumput yang dominan ditemukan di areal perkebunan nanas Lampung Tengah yang cukup sulit dikendalikan dengan herbisida bromasil. Ketiga jenis gulma tersebut diduga telah mengalami resistensi terhadap herbisida bromasil karena penggunaan herbisida bromasil digunakan sejak awal berdirinya perkebunan nanas atau lebih dari 30 tahun, sehingga perlu dilakukannya penelitian untuk mengetahui kebenarannya serta dapat menjadi sumber informasi untuk melakukan tindakan pencegahan dan pengendalian gulma yang lebih tepat sehingga dapat meminimalisir dampak negatif resistensi dan kegagalan dalam pengendalian.

Penelitian dilakukan dengan membandingkan respon keracunan dan ED₅₀ gulma yang terpapar dan tidak terpapar herbisida bromasil untuk mendapatkan nilai Nisbah Resistensi (NR). Berdasarkan NR didapatkan penggolongan tingkat resistensi gulma spesies uji. Gulma tergolong resisten tinggi apabila nilai NR 6-12, resistensi rendah apabila nilai NR 2-6, dan tergolong sensitif apabila nilai NR < 2 (Ahmad-Hamdani, 2012).

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka untuk menjawab rumusan masalah diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Kecepatan reaksi meracuni (LT_{50}) herbisida bromasil terhadap gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* terpapar herbisida bromasil memiliki reaksi meracuni lebih lambat dibandingkan dengan gulma yang tidak terpapar herbisida bromasil.
2. Nilai ED_{50} gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* terpapar herbisida bromasil lebih tinggi dibandingkan dengan gulma yang tidak terpapar herbisida bromasil.
3. Gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* terpapar herbisida bromasil resisten terhadap herbisida bromasil.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nanas

Tanaman Nanas (*Ananas comosus*) merupakan komoditas unggulan hortikultura yang sangat banyak peminatnya baik di dalam negeri maupun di luar negeri.

Tanaman nanas berasal dari Amerika Selatan ditemukan oleh Christopher Columbus di pulau Guadeloupe tahun 1493 dan di Panama tahun 1502. Bangsa Spanyol menyebarkan tanaman nanas ke wilayah Philipina di awal abad ke-16. Komersialisasi industri nanas dimulai tahun 1924 dan pengalengan secara modern dimulai tahun 1946 (Hutabarat, 2003).

Daun nanas tumbuh memanjang sekitar 130-150 cm, lebar antara 3-5 cm. Jumlah daun tiap batang tanaman sangat bervariasi antara 70-80 helai yang tata letaknya seperti spiral, yaitu mengelilingi batang mulai dari bawah sampai ke atas arah kanan dan kiri. Daunnya berurat sejajar dan pada jenis tertentu bagian tepinya tumbuh duri yang menghadap ke atas (Hutabarat, 2003).

2.2 Produksi Nanas

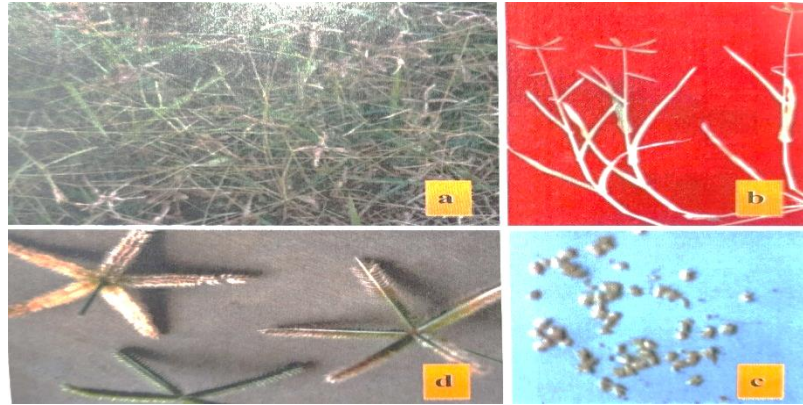
Nanas menjadi salah satu komoditas unggulan yang memiliki prospek yang sangat baik dalam penambah devisa negara Indonesia. Pada wilayah Asia Tenggara, Indonesia merupakan penghasil nanas terbesar ketiga setelah Filipina dan Thailand. Hampir seluruh wilayah Indonesia merupakan daerah penghasil nanas dengan sentra produksi berada di Lampung, Jawa Barat, Sumatera Utara, Jawa Timur dan Jambi. Berdasarkan Angka Tetap (ATAP) tahun 2015 produksi nanas mencapai 1,73 juta ton. Untuk wilayah Asia Tenggara, Indonesia termasuk penghasil nanas terbesar ketiga setelah Filipina dan Thailand dengan kontribusi sekitar 23%. Berdasarkan data rata-rata produksi tahun 2011-2015, Provinsi

Lampung merupakan wilayah pemasok nanas terbesar dengan kontribusi sebesar 32,77% Produksi nanas Indonesia mencapai 1,84 juta ton dengan produktivitas sebesar 117,5 ton per hektar lahan (Kementerian Pertanian, 2016).

2.3 Gulma *Dactyloctenium aegyptium*

Gulma *D. aegyptium* dengan nama lokal yaitu tapak jalak memiliki sistem perakaran serabut. Gulma tapak jalak memiliki akar dengan banyak percabangan dan akar tapak jalak memiliki rambut-rambut halus. Akar tapak jalak tumbuh memanjang dan menyebar di dalam tanah. Batang tapak jalak tidak berongga dan tidak berbulu, bentuknya bulat sedikit tertekan, tumbuh menjalar dengan ujung tumbuh tegak atau miring, pada buku-bukunya tumbuh akar serabut dan terbentuk tunas-tunas baru, batangnya yang tegak membentuk bunga tingginya 7-60 cm, buku-bukunya tidak berbulu. Daun tapak jalak berbangun daun garis, tidak menyempit di bagian pangkal, ujungnya runcing, tepi daun bagian pangkal ditumbuhi bulu berwarna bening, permukaan daun datar atau agak bergelombang berbulu panjang tapi jarang, berukuran panjang 2-28 cm dan lebarnya 3-10 mm. Bunga tapak jalak sumbunya tak berbulu berwarna hijau terlihat kontras dengan warna sekam buliran yang coklat kemerah-merahan, tidak berbulu, berbentuk agak tajam pada bagian punggung. Benang sari berwarna kuning atau keputih-putihan. Putik berwarna putih dan berbentuk sempit. Buah tapak jalak berbentuk perahu yang tertekan dan meruncing. Buah tapak jalak berbulu seperti janggut pendek, buah tapak jalak berwarna coklat kemerah-merahan. Biji tapak jalak yang umumnya berjumlah tiga sampai enam kadang-kadang sampai tujuh tumbuh di ujung tangkai bunga membentuk jari. Biji tapak jalak panjangnya mencapai 4,5 cm dengan lebar 5-8 mm. Biji tapak jalak memiliki sumbu tak berbulu (Tjitrosoepomo, 1989) dapat dilihat pada Gambar 1.

Gulma *D. aegyptium* dapat ditemukan pada tanah yang subur, tanah berpasir ringan, tempat terbuka dan tempat kering atau agak lembab. Gulma *D. aegyptium* dapat tumbuh pada dataran tinggi pada tanaman tahunan. Kemudian penyebaran gulma *D. aegyptium* yaitu pada daerah subtropis di seluruh pulau Sumatra di Indonesia (Sriyani dkk., 2014).



Gambar 1. (a) Kondisi di lapang; (b) gulma dewasa; (c) biji gulma; (d) pembungaan gulma *D. aegyptium* (Sriyani dkk., 2014).

2.4 Gulma *Digitaria ciliaris*

D. ciliaris merupakan gulma berdaun sempit, yang memiliki ciri khas seperti daun menyerupai pita, batang beruas-ruas, tumbuh menjalar atau tegak, dan memiliki pelepah atau helaian daun. Pelepah tipis, helai daun lembut berbentuk pita. Bunga majemuk di ujung batang berbentuk tandan berjumlah 4-9 spikelet berbentuk bulat telur. Rumput yang berumpun, dengan batang merayap, panjang dapat mencapai 1-1,2 m. Batang berongga, pipih yang besar semakin ke bawah. Pelepah daun menempel pada batang, lidah sangat pendek. Helaian daun berbentuk garis lanset, bertepi kasar, kerap kali berwarna keunguan (Tjitrosoedirdjo dkk., 1984) dapat dilihat pada Gambar 2.

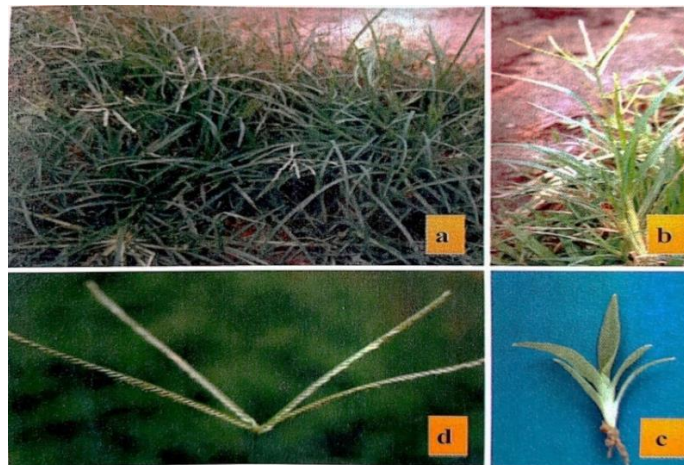


Gambar 2. (a) Kondisi di lapang; (b) gulma dewasa *D. ciliaris* (Sriyani dkk., 2014).

Gulma *D. ciliaris* dapat ditemukan di daerah berpasir di sepanjang pantai, di halaman rumput, perkebunan, lahan terbuka, dan sawah dataran tinggi. Penyebaran gulma *D. ciliaris* berasal dari daerah tropis serta subtropis (Sriyani dkk., 2014).

2.5 Gulma *Eleusine indica*

Gulma *E. indica* dengan nama lokal belulang memiliki sistem perakaran serabut. Akar serabut memiliki percabangan yang sangat banyak dan memiliki bulu yang halus. Batang rumput belulang membentuk rumpun yang kokoh dengan perakaran yang lebat. Tumbuh tegak atau ada kalanya merambat. Tingginya 12-85 cm, memiliki helai daun panjang. Pada pangkalnya selalu terdapat beberapa rambut panjang. bunga rumput belulang tegak atau condong ke samping. Dengan dua sampai tujuh bulir yang tumbuh menjari pada ujung batang. Biji berbentuk bulat seperti telur. Biji tua berwarna kuning kecoklatan (Tjitrosoepomo, 1989) dapat dilihat pada Gambar 3.

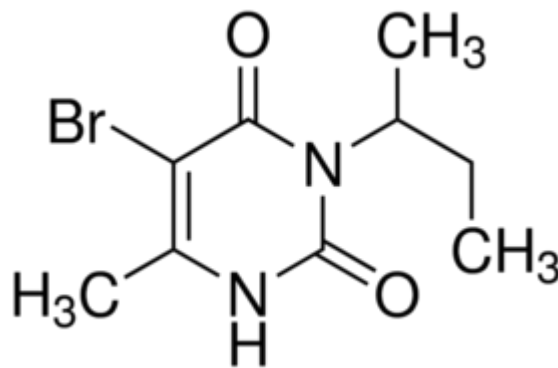


Gambar 3. (a) Kondisi di lapang; (b) gulma dewasa; (c) gulma juvenil; (d) pembungaan gulma *E. indica* (Sriyani dkk., 2014).

Gulma *E. indica* dapat ditemukan di tempat yang teduh atau tidak terlalu kering, di sepanjang perbatasan dan saluran irigasi, di kebun, pada lahan subur. Penyebaran gulma *E. indica* adalah subtropika kemudian ditemukan dari Amerika Tengah, Selatan dan Timur, Afrika Barat, Cina bagian Selatan, Asia Tenggara, Hawaii dan di seluruh Indonesia (Sriyani dkk., 2014).

2.6 Herbisida Bromasil

Herbisida bromasil merupakan herbisida dari kelompok urasil tercatat sebagai pestisida di United States pada tahun 1961. Herbisida ini akan diserap terutama melalui akar, serta sedikit penyerapan melalui daun dan batang. Nama Kimia dari herbisida bromasil adalah 5-bromo-6-metil-3-(1-methylpropyl) – urasil dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rumus bangun herbisida bromasil (Tomlin,1997).

Herbisida bromasil merupakan herbisida kelompok urasil yang digunakan untuk mengendalikan gulma pada area budidaya pertanian ataupun area non budidaya pertanian. Herbisida bromasil tidak dapat langsung diaplikasikan pada air atau lahan basah. Herbisida bromasil dapat dikombinasikan dengan beberapa bahan aktif lain seperti parakuat dan metolaklor sehingga dapat meningkatkan daya racun dalam pengendalian gulma (EPA, 1996).

Mekanisme kerja herbisida bromasil adalah menghambat fotosintesis gulma. Herbisida bromasil masuk ke dalam membran kloroplas mengikat protein kompleks fotosistem II dan menghalangi transport elektron fotosintesis, menghentikan fiksasi CO₂ dan produksi ATP (adenosin trifosfat) serta mengurangi pembentukan NADPH₂ sehingga gulma tidak dapat membentuk karbohidrat yang dapat menghambat proses metabolisme gulma (U.S. National Library of Medicine, 2017).

Herbisida bromasil yang diaplikasikan pada asam kuat terdekomposisi dengan lambat serta sedikit terikat atau terjerap dalam partikel tanah $K_{oc} = 32 \text{ g ml}^{-1}$, larut dalam air, dan berada di dalam tanah selama 60 hari. LD50 bromasil yaitu 2.300 mg kg^{-1} untuk mamalia dan 2.250 mg kg^{-1} untuk unggas (Tomlin, 1997).

Penggunaan herbisida bromasil untuk mengendalikan gulma di lahan bukan pertanian, dengan dosis $5-15 \text{ kg ha}^{-1}$, mengendalikan gulma tahunan dan gulma di perkebunan jeruk dan nanas, dengan dosis $1,5-8 \text{ kg ha}^{-1}$. Jenis formulasi bromasil GR (*granule*) bentuk butiran, WP (*wattable powder*) bentuk tepung dengan ukuran partikel sangat kecil (Bean, 2011).

Berdasarkan penelitian Tucker (1978), sampel tanah yang diambil dari plot percobaan besar di kebun jeruk komersial di Polk dan Hardee County, Florida. Bromacil dan diuron telah diaplikasikan secara kombinasi di kedua lokasi selama 7-8 tahun. Analisis sampel menunjukkan pada berbagai kedalaman tanah hingga 60 cm kadar residu kedua herbisida rendah. Pada satu tahun setelah aplikasi hanya sebagian kecil bromacil yang terdeteksi, tetapi kadar diuron lebih tinggi. Aplikasi terus menerus pada tingkat dan frekuensi yang direkomendasikan telah menunjukkan tingkat residu herbisida bromacil dan diuron maksimum masing-masing 3,9 persen dan 13,1 persen, dari total dosis aplikasi.

2.7 Teknik Pengendalian Gulma di Perkebunan Nanas Lampung Tengah

Kegiatan pengendalian gulma dimulai dari olah tanah, kemudian dilanjutkan dengan pengaplikasian herbisida dan manual weeding. Kegiatan pengendalian gulma dengan herbisida meliputi aplikasi *pre emergence* yaitu pencegahan sebelum gulma tumbuh yang dilakukan segera setelah lahan siap tanam (*pre planting*), kemudian setelah lahan ditanami sesegera mungkin dilakukan pengendalian gulma susulan (*post planting*), kegiatan aplikasi *post emergence* juga diterapkan pada saat terjadi kegagalan pengendalian gulma *fase pre emergent*. Aplikasi *post emergent* merupakan kegiatan pengendalian gulma sesegera setelah gulma tumbuh. Herbisida booster merupakan herbisida yang diaplikasikan untuk memperkuat herbisida *pre emergent*. Herbisida booster

diaplikasikan bersamaan dengan pemberian pupuk dengan cara disemprotkan pada tanaman menggunakan unit *boom sprayer cameco* (BSC) dan dilakukan beberapa kali dengan interval waktu aplikasi 2 bulan sampai kanopi tanaman menutup. Aktivitas manual weeding yaitu aktivitas mencabut gulma yang sudah tumbuh yang sulit dikendalikan dengan herbisida dan dilakukan pada saat kanopi tanaman sudah menutup. Pengendalian gulma pada saat sebelum tanam (*pre planting*) menggunakan herbisida bromasil dengan dosis 4 kg ha⁻¹, diuron dengan dosis 3 kg ha⁻¹, dan ametrin dengan dosis 3 kg ha⁻¹. Pengendalian gulma pada saat setelah tanam (*post planting*) menggunakan herbisida bromasil, dan diuron dengan dosis masing-masing 1,5 kg ha⁻¹. Aplikasi herbisida booster menggunakan herbisida diuron dengan dosis 1,2 kg ha⁻¹ dan quizalofop dengan dosis 2 kg ha⁻¹. (Tim Budidaya Nanas PT GGP, 2013).

2.8 Resistensi Gulma

2.8.1 Sejarah Resistensi

Resistensi gulma terhadap herbisida telah terjadi dari tahun 1908. Resistensi herbisida pertama kali dilaporkan pada awal tahun 1957 di Hawaii terhadap herbisida 2,4-D, yaitu biotipe dandelion dan wortel liar. Laporan tentang resisten herbisida yang pertama kali dikonfirmasi adalah kasus resisten *Senecio vulgaris* terhadap herbisida triazine, dan dilaporkan pada tahun 1968 di Amerika. Sekitar 100 spesies gulma telah dilaporkan memiliki resistensi terhadap satu keluarga herbisida atau yang lain (Hager dan Sprague, 2000).

Pada tahun 1990 an dilaporkan 27 spesies gulma mempunyai 84 biotipe yang resisten terhadap paraquat di 12 negara. Resistensi gulma *Eleusine indica* dan *Lolium rigidum* terhadap glifosat dilaporkan pada tahun 1999. Pada tahun 1998, 216 biotipe gulma diidentifikasi resisten terhadap 15 jenis herbisida di 45 negara. Contoh resistensi diantaranya terjadi pada *Eleusine indica* resisten terhadap glifosat di Malaysia dan resistensi *Lolium rigidum* resisten terhadap herbisida golongan ACCase, kemudian berkembang resistensi silang dan ganda terhadap beberapa herbisida AIS, triazine, phenylurea, dinitroanilin dan herbisida selektif lainnya (Sriyani, 2014).

2.8.2 Pengertian Resistensi

Resistensi herbisida adalah kemampuan yang diturunkan dari biotipe gulma atau tanaman untuk bertahan hidup dari aplikasi herbisida yang dosisnya biasanya akan mempengaruhi atau mematikan populasi yang normal (Prostko dan Culpepper, 2005).

Terdapat dua jenis resistensi herbisida yaitu Resistensi Silang (*Cross Resistance*) dan Resistensi Ganda (*Multiple Resistance*). Resistensi silang terjadi ketika biotipe gulma telah memperoleh resistensi terhadap lebih dari satu herbisida dengan bahan aktif yang sama tetapi mekanisme kerja berbeda. Resistensi ganda terjadi ketika biotipe gulma resisten terhadap herbisida yang berbahan aktif berbeda dan mempunyai mekanisme kerja yang berbeda (Prostko dan Culpepper, 2005).

Populasi gulma resisten terhadap herbisida adalah populasi yang mampu bertahan hidup normal pada dosis herbisida yang biasanya mematikan populasi tersebut. Populasi gulma resisten terbentuk dikarenakan adanya tekanan seleksi oleh penggunaan herbisida sejenis secara berulang-ulang dalam periode yang lama tanpa adanya pergantian jenis herbisida lain (Purba, 2009).

2.8.3 Mekanisme Resistensi

Penggunaan herbisida secara intensif telah mengakibatkan banyak evolusi gulma yang resisten terhadap herbisida. Penggunaan herbisida secara besar-besaran tanpa adanya variasi dalam pengelolaan herbisida dapat dengan cepat memunculkan mutasi populasi gulma yang resistensi herbisida. Resistensi gulma terhadap herbisida dapat terjadi karena adanya mutasi pada *site of action* gulma sehingga herbisida tidak dapat meracuni gulma. Selain mutasi pada *site of action*, terdapat mekanisme lain seperti metabolisme herbisida, mengurangi translokasi dan serapan herbisida, dan kompartementalisasi herbisida atau metabolitnya (Manalil, 2015).

Menurut Buhler (2002), mekanisme resistensi herbisida ada empat sebagai berikut.

1. Berubahnya Target-Site

Herbisida memiliki target aksi tertentu yang pada umumnya bertindak untuk mengganggu proses atau fungsi tertentu dalam tumbuhan. Jika target aksi ini berubah, herbisida tidak lagi terikat ke lokasi aksi dan tidak dapat mengerahkan efek fitotoksiknya. Mekanisme ini merupakan mekanisme yang paling umum dari resistensi herbisida.

2. Peningkatan Metabolisme

Metabolisme pada tumbuhan merupakan salah satu mekanisme tanaman yang digunakan untuk mendetoksifikasi senyawa asing seperti herbisida. Gulma yang resisten dapat memiliki kemampuan untuk cepat menonaktifkan herbisida yang berpotensi toksik sebelum dapat mencapai target-site di dalam tanaman.

3. Kompartementalisasi atau Penyerapan

Beberapa tumbuhan mampu membatasi pergerakan senyawa asing yang menyebabkan efek berbahaya bagi tumbuhan seperti herbisida dalam sel atau jaringan tanaman. Dalam hal ini, herbisida dapat dinonaktifkan baik melalui proses pengikatan seperti contoh pada molekul gula tanaman atau dihapus dari daerah aktif secara metabolik dari sel ke daerah-daerah yang tidak aktif, sehingga herbisida menjadi tidak berpengaruh.

4. Over- ekspresi protein target

Jika protein target pada tumbuhan diproduksi dalam jumlah besar, maka efek herbisida dapat menjadi tidak signifikan atau tidak berpengaruh bagi tumbuhan.

2.8.4 Pengujian Resistensi Gulma

Menurut Beffa *et al* (2012), dalam menguji resistensi terhadap herbisida dapat menggunakan empat metode yaitu:

1. *Greenhouse Bioassays*

Pengujian resistensi dengan metode *Greenhouse Assays* umumnya menggunakan bibit gulma (*whole plant*) lalu kemudian mengamati respon

gulma terhadap herbisida. Data hasil pengamatan dapat diperoleh melalui beberapa pengamatan, antara lain dengan pengamatan visual, jumlah kematian gulma akibat herbisida atau berdasarkan bobot segar gulma. Untuk keakuratan data dapat diperoleh dengan membandingkan respon dari gulma resisten dan gulma sensitif herbisida dan juga dengan menerapkan 6-8 dosis perlakuan herbisida. Kelemahan dari metode ini ialah memerlukan waktu yang cukup lama, biaya yang besar serta memerlukan tempat yang luas.

2. *Biochemical assays*

Metode ini menguji resistensi berdasarkan perubahan enzim gulma sebagai respon terhadap herbisida. Metode ini dapat digunakan untuk menunjukkan korelasi hubungan antara perubahan enzim pada biotip resisten dengan umur tanaman. Diperlukan keahlian yang mumpuni serta waktu yang cukup lama untuk melakukan metode ini.

3. *Molecular assays*

Metode ini digunakan untuk mengamati terjadinya mutasi gen pada gulma sebagai respon terhadap pemberian herbisida. Metode sejenis ini juga dapat digunakan untuk menggandakan jumlah gen atau menganalisis ekspresi gen dengan menggunakan microarray.

4. *Analytical assays*

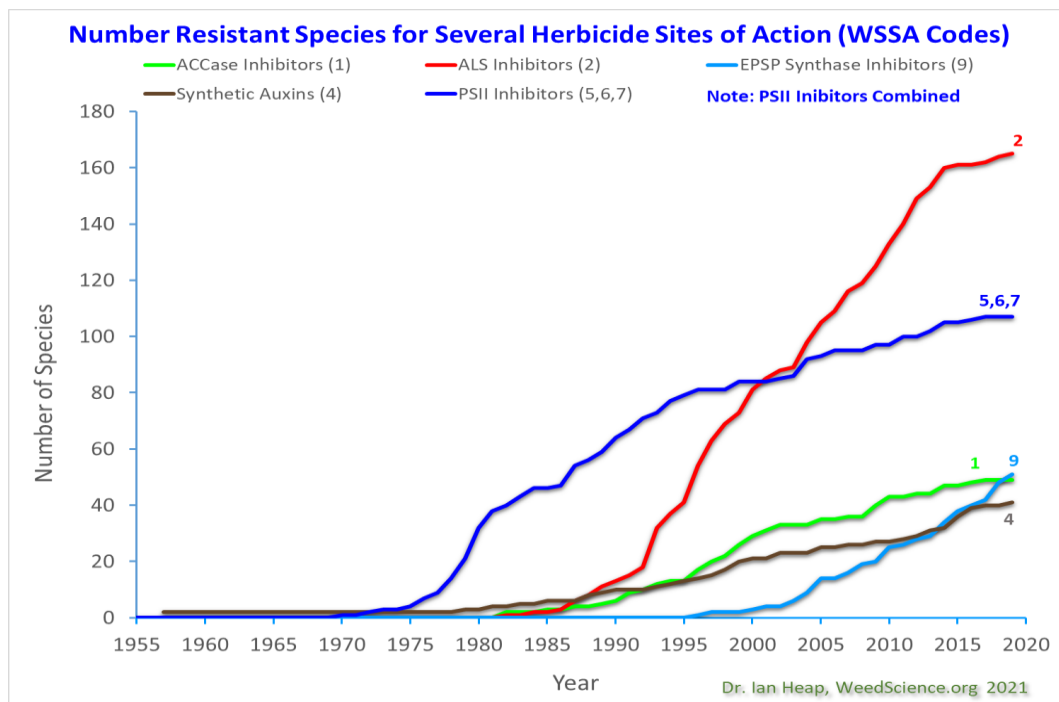
Pengujian dengan menggunakan metode ini dapat dilakukan untuk kuantitatif maupun kualitatif serta kemungkinan dapat digunakan untuk menetapkan EMR (*Enhanced Metabolic Resistance*) pada jenis gulma monokotil dan dikotil yang ditemukan di lahan gandum. Metode ini juga dapat digunakan untuk studi pendekatan tentang transport, uptake atau sequestration herbisida. akan tetapi diperlukan keahlian khusus dan waktu yang lama untuk melakukan metode ini.

2.8.5 Kasus Resistensi Herbisida

Resistensi gulma terhadap herbisida telah meluas dan meningkat diberbagai belahan dunia. Pada tahun 2021 sudah terdapat 502 kasus gulma tahan herbisida secara global, dengan 263 spesies terdiri dari 152 dikotil dan 111 monokotil, telah terjadi resistensi terhadap 21 gulma dari 30 lokasi aksi herbisida yang dikenal dan

164 herbisida berbeda. Gulma tahan herbisida telah dilaporkan di 94 tanaman di 71 negara dan 645 ilmuwan gulma telah melaporkan kasus baru gulma tahan herbisida (Heap, 2021).

Herbisida dengan mekanisme kerja penghambat fotosistem II salah satunya Bromasil pertama kali terdapat spesies gulma yang resisten terhadap herbisida tersebut pada tahun 1975. Laporan tentang jumlah spesies gulma yang resisten terhadap beberapa jenis herbisida berdasarkan side of action nya terdapat pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan jumlah spesies gulma yang resisten terhadap beberapa jenis herbisida selalu bertambah. Kasus resistensi gulma terhadap herbisida penghambat Fotosistem II pada tahun 2021 sudah terdapat ±107 spesies gulma. Hal ini menunjukkan bahwa 14 tahun setelah diperkenalkannya herbisida bromasil pada tahun 1961 telah terdapat spesies gulma yang resisten terhadap herbisida bromasil (penghambat fotosistem II) dan terus mengalami penambahan.



Gambar 5. Grafik jumlah spesies gulma yang resisten terhadap beberapa jenis herbisida (Heap, 2021).

Resistensi gulma *E. indica* terhadap glifosat banyak terjadi di berbagai wilayah di berbagai negara. Salah satunya adalah kasus resistensi gulma *E. indica* yang terjadi di pertanaman kapas USA Mississippi pada tahun 2010. Gulma resisten terhadap glifosat juga sebelumnya pernah terjadi di perkebunan buah di Malakadan Teluk Intan, Malaysia pada tahun 1997 *E. indica* di daerah tersebut telah mengalami resistensi berganda yang disebut dengan *multiple resistance* yaitu mengalami resisten terhadap dua bahan aktif herbisida. Resistensi gulma yang lain terjadi di Colombia, Caldas tahun 2006 (Heap, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian Rochmah (2017), menunjukkan resistensi parakuat terhadap gulma *E. indica* di perkebunan jambu biji Lampung Timur, menurut Haryadi (2017), juga terdapat resistensi glifosat di perkebunan jambu biji pada gulma *E. indica*, sedangkan pada penelitian Elfandari (2017), juga ditemukan resistensi pada gulma *E. Indica* dan *Axonopus compressus* di perkebunan kelapa sawit Lampung Selatan.

Berdasarkan hasil penelitian Bayuga (2016) di perkebunan nanas Lampung Tengah menunjukkan nilai ED₅₀ gulma *P. clematidea* terpapar diuron yaitu 0,273 kg ha⁻¹ dan tidak terpapar 0,270 kg ha⁻¹, gulma *D. ciliaris* terpapar diuron yaitu 0,843 kg ha⁻¹ dan tidak terpapar 0,401 kg ha⁻¹, serta gulma *C. kyllingia* terpapar diuron 0,492 kg ha⁻¹ dan tidak terpapar 1,066 kg ha⁻¹ dengan kondisi gulma memiliki 2-3 daun; gulma *P. clematidea* dan *D. ciliaris* yang terpapar diuron menunjukkan respon keracunan yang lebih tinggi dibanding tidak terpapar, sedangkan gulma *C. kyllingia* terpapar diuron memperlihatkan respon keracunan yang lebih rendah dibanding gulma yang tidak terpapar diuron. Status resistensi gulma *D. ciliaris* yang terpapar diuron adalah resisten rendah, sedangkan gulma *P. clematidea* dan *C. kyllingia* masih sensitif terhadap aplikasi herbisida diuron.

Berdasarkan penelitian Kusuma (2017) di perkebunan nanas Lampung Tengah menunjukkan nilai ED₅₀ gulma *Cyperus rotundus* terpapar herbisida bromasil 683,23 g ha⁻¹ dan gulma tidak terpapar herbisida bromasil 234,30 g ha⁻¹, gulma *D. ciliaris* terpapar herbisida bromasil 502,88 g ha⁻¹ dan gulma tidak terpapar herbisida bromasil 259,96 g ha⁻¹, serta gulma *P. clematidea* terpapar herbisida

bromasil 245,12 g ha⁻¹ dan tidak terpapar herbisida bromasil 157,36 g ha⁻¹. Nisbah Resistensi gulma *C. kyllingia* terpapar herbisida bromasil adalah 2,92, *D. ciliaris* 1,93 dan *P. clematidea* 1,56. Status resistensi gulma *C. kyllingia* tergolong resistensi rendah terhadap herbisida bromasil, sedangkan gulma *D. ciliaris* dan *P. clematidea* tergolong sensitif terhadap herbisida bromasil.

Berdasarkan hasil penelitian Hendarto (2017) di perkebunan nanas Lampung Tengah, menunjukkan gulma *D. aegyptium* yang terpapar herbisida mengalami resistensi tingkat rendah terhadap herbisida bromasil dengan perbandingan nilai LD₅₀ 2,2 kali lebih tinggi dan mengalami resistensi tingkat tinggi terhadap herbisida diuron dengan perbandingan nilai LD₅₀ 261.517 kali lebih tinggi dibandingkan gulma yang tidak terpapar herbisida. Gulma *C. rotundus* dan *Asystasia gangetica* sensitif terhadap herbisida bromasil dan diuron. Perbandingan nilai LD₅₀ gulma terpapar bromasil 1,7 kali lebih tinggi (sensitif) dibandingkan gulma yang tidak terpapar, sedangkan perbandingan nilai LD₅₀ gulma terpapar diuron 3,7 kali lebih tinggi (resistensi tingkat rendah) dibandingkan gulma yang tidak terpapar herbisida. Berdasarkan hasil penelitian Manurung (2018) di perkebunan nanas Lampung Tengah menunjukkan gulma *D. aegyptium* resistensi rendah terhadap diuron dengan nilai Nisbah Resistensi (NR) 2,18, gulma *D. ciliaris* tidak resisten (sensitif) terhadap diuron dengan NR 1,21 dan gulma *E. indica* resistensi sedang terhadap diuron dengan NR 6,61.

Berdasarkan hasil penelitian Wahyuni (2018) di perkebunan nanas Lampung Tengah menunjukkan gulma *A. gangetica*, *B. alata* dan *P. clematidea* asal perkebunan nanas Lampung Tengah yang terpapar herbisida bromasil tergolong sensitif atau tidak menunjukkan adanya resistensi dengan nilai Nisbah Resistensi (NR) masing – masing gulma sebesar 1,03; 1,05 dan 1,52. Berdasarkan penelitian Fauziah (2018) di perkebunan nanas Lampung Tengah menunjukkan gulma *A. gangetica*, *B. alata* dan *P. clematidea* asal perkebunan nanas Lampung Tengah yang terpapar herbisida bromasil tergolong sensitif atau tidak menunjukkan adanya resistensi dengan nilai Nisbah Resistensi (NR) masing – masing gulma sebesar 1,20; 1,69 dan 1,00.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari sampai Mei 2019 di area Sekolah Global Madani Jln Kavling Raya Kec. Rajabasa Kota Bandar Lampung dan Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *knapsack sprayer*, nosel merah, timbangan, gelas ukur, ember, gembor, nampan plastik, gelas plastik, alat pengukur, alat tulis, oven, label dan kamera.

Bahan yang digunakan adalah herbisida bromasil 80WP dengan bahan aktif bromasil 80%, air, tanah, pupuk kompos, bibit gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica* yang sudah mencapai stadia 3-5 daun dan berasal dari lahan perkebunan nanas Lampung Tengah yang telah menggunakan bromasil lebih dari 30 tahun. Sebagai pembanding digunakan bibit gulma *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. Indica* yang belum terpapar bromasil.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu *Split plot* dengan 5 ulangan. Pengelompokan dilakukan berdasarkan ukuran gulma. Setiap satu satuan percobaan terdiri dari satu gulma pada satu pot berukuran diameter 10 cm. Faktor pertama adalah asal gulma, yaitu: Gulma terpapar bromasil dari perkebunan nanas Lampung Tengah yang diduga resisten (A1) dan gulma yang tidak terpapar bromasil dari Terbanggi Besar Lampung Tengah (A2). Faktor kedua adalah tingkatan dosis bahan aktif herbisida bromasil yang terdiri dari enam taraf, yaitu:

dosis 0 g ha⁻¹ (D0); 800 g ha⁻¹ (D1); 1.600 g ha⁻¹ (D2); 3.200 g ha⁻¹ (D3) ; 6.400 g ha⁻¹ (D4); 12.800 g ha⁻¹ (D5). Penelitian ini diterapkan secara terpisah pada ketiga gulma, yaitu *D. aegyptium*, *D. ciliaris*, dan *E. indica*. Tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 6, 7 dan 8.

Ulangan I

A1D5	A1D4	A1D0	A1D3	A1D1	A1D2
A2D3	A2D1	A2D5	A2D4	A2D3	A2D0

Ulangan II

A2D5	A2D4	A2D0	A2D1	A2D2	A2D3
A1D5	A1D2	A1D0	A1D3	A1D4	A1D1

Ulangan III

A2D3	A2D4	A2D1	A2D0	A2D5	A2D2
A1D2	A1D0	A1D3	A1D5	A1D4	A1D1

Ulangan IV

A1D4	A1D1	A1D0	A1D2	A1D5	A1D3
A2D0	A2D2	A2D3	A2D1	A2D5	A2D4

Ulangan V

A2D5	A2D3	A2D0	A2D4	A2D2	A2D1
A1D2	A1D0	A1D5	A1D3	A1D4	A1D1

Gambar 6. Tata Letak Percobaan *D. aegyptium*.

Ulangan I

A1D4	A1D1	A1D0	A1D2	A1D5	A1D3
A2D0	A2D2	A2D3	A2D1	A2D5	A2D4

Ulangan II

A2D0	A2D3	A2D1	A2D4	A2D5	A2D2
A1D2	A1D0	A1D1	A1D3	A1D4	A1D5

Ulangan III

A1D2	A1D4	A1D0	A1D5	A1D1	A1D3
A2D4	A2D3	A2D5	A2D0	A2D1	A2D2

Ulangan IV

A2D5	A2D4	A2D0	A2D1	A2D2	A2D3
A1D5	A1D4	A1D2	A1D3	A1D0	A1D1

Ulangan V

A2D4	A2D2	A2D1	A2D0	A2D5	A2D3
A1D2	A1D1	A1D0	A1D3	A1D4	A1D5

Gambar 7. Tata Letak Percobaan Gulma *D. ciliaris*.

Ulangan I

A2D2	A2D0	A2D4	A2D5	A2D1	A2D3
A1D5	A1D2	A1D5	A1D3	A1D4	A1D1

Ulangan II

A2D4	A2D5	A2D1	A2D3	A2D0	A2D2
A1D0	A1D3	A1D2	A1D6	A1D5	A1D4

Ulangan III

A2D5	A2D0	A2D4	A2D1	A2D2	A2D3
A1D1	A1D4	A1D2	A1D3	A1D0	A1D5

Ulangan IV

A2D3	A2D4	A2D1	A2D0	A2D5	A2D3
A1D2	A1D0	A1D3	A1D3	A1D4	A1D1

Ulangan V

A1D5	A1D4	A1D0	A1D3	A1D1	A1D2
A2D3	A2D5	A2D1	A2D2	A2D4	A2D0

Gambar 8. Tata Letak Percobaan Gulma *E. indica*.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Survei Lapang

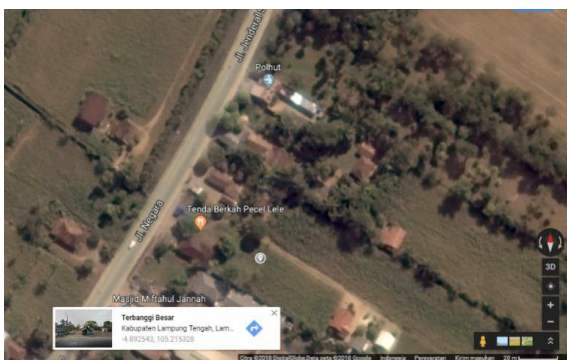
Survei lapang dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi gulma yang ada di lapangan dan mengambil gulma yang terpapar herbisida bromasil di areal perkebunan nanas Lampung Tengah dan untuk mendapatkan gulma pembanding dilakukan survei lapang di Terbanggi Besar Lampung Tengah yang tidak pernah terpapar herbisida bromasil sebelumnya. Gulma yang tidak terpapar akan diambil pada daerah yang memiliki kondisi lingkungan yang tidak jauh berbeda.

3.4.2 Pengambilan Bibit Gulma

Pengambilan bibit gulma akan dilakukan di dua tempat yaitu perkebunan nanas Lampung Tengah (Gambar 9) dan di daerah Terbanggi Besar Lampung Tengah (Gambar 10). Gulma terpapar asal perkebunan nanas Lampung Tengah telah dikendalikan dengan herbisida bromasil dalam waktu ± 30 tahun. Gulma tidak terpapar diambil dari pinggir jalan raya Terbanggi Besar yang tidak pernah diaplikasikan herbisida bromasil. Gulma yang diambil sebagai bahan penelitian adalah dalam bentuk bibit dan seragam. Pengambilan bibit dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan sekop kecil dan dilakukan dengan cara mengangkat bibit gulma beserta tanah di sekitar akarnya kemudian dipindahkan ke dalam plastik dan dilapisi koran yang telah disiapkan lalu disemprotkan air untuk menghindari *stress* pada gulma.



Gambar 9. Lokasi gulma terpapar dengan titik kordinat (4049'19.5"S 105015'34.8"E).



Gambar 10. Lokasi gulma tidak terpapar dengan titik kordinat (4053'33.2"S 105012'55.2"E)

3.4.3 Penanaman Gulma

Bibit yang telah diambil dari lapangan ditanam pada pot plastik dengan media tanah dan pupuk kompos. Gulma pada pot plastik dipelihara hingga pertumbuhan vegetatif sempurna. Kemudian dilakukan seleksi agar memperoleh gulma yang seragam sebelum aplikasi herbisida. Bibit gulma yang ditanam pada pot dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Bibit gulma yang ditanam di pot.

3.4.4 Pemeliharaan Gulma

Gulma yang telah ditanam kemudian dipelihara agar dapat tumbuh dengan baik. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman yang dilakukan pada pagi dan sore hari. Kemudian pencabutan gulma lain yang tumbuh pada media tanam untuk menjaga kemurnian gulma spesies uji.

3.4.5 Aplikasi Herbisida Bromasil

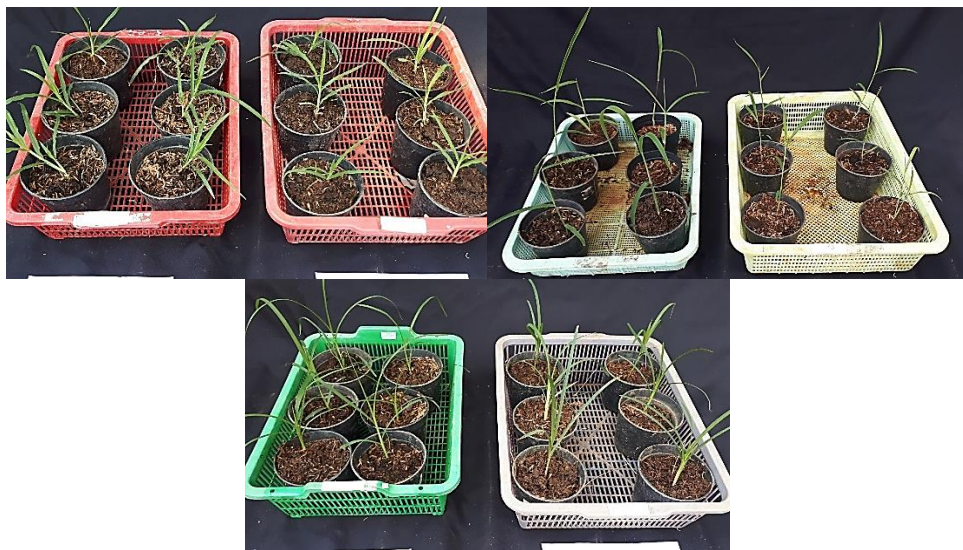
Sebelum aplikasi herbisida, *knapsack sprayer* atau alat semprot punggung harus dikalibrasi terlebih dahulu. Tujuan dilakukannya kalibrasi yaitu agar setiap satuan percobaan mendapat jumlah herbisida yang sama sesuai perlakuan. Kalibrasi dilakukan dengan metode luas untuk menentukan volume semprot pada lahan berukuran $2 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$. Warna nosel yang digunakan adalah merah dengan lebar bidang semprot 2 m. Setelah menentukan luas petak masukkan air ke dalam

tangki sebanyak 1000 ml. Lalu dilakukan kalibrasi yang menghasilkan sisa air di tangki sebanyak 640 ml. Dapat ditarik kesimpulan bahwa air yang terpakai sebanyak 460 ml.

Rumus volume semprot = Jumlah air yang terpakai x 1 ha

$$\begin{aligned} & \text{Luas lahan} \\ & = \frac{460 \text{ ml}}{10 \text{ m}} \times 10.000 \text{ m}^2 \\ & = 460.000 \text{ ml ha}^{-1} \\ & = 460 \text{ l ha}^{-1} \end{aligned}$$

Gulma yang telah siap diaplikasi dikelompokkan berdasarkan jumlah daun untuk ulangan dan diberi label sesuai perlakuan. Aplikasi herbisida dilaksanakan pada pagi hari. Penyemprotan dilakukan dari dosis terendah hingga dosis tertinggi. Penyemprotan herbisida bromasil dilakukan dengan tingkatan dosis yang berbeda-beda, dari tingkat yang terendah sampai yang tertinggi. Gulma yang sudah diaplikasikan disusun secara acak pada lahan seluas 10 m², kemudian disemprot secara merata sesuai dosis perlakuan. Gulma yang telah diaplikasi herbisida selanjutnya disusun pada rak di rumah plastik berdasarkan perlakuan yang diaplikasikan. Gulma yang siap aplikasi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Gulma siap aplikasi.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Persen Keracunan

Pengamatan persen keracunan dilakukan dengan mengamati secara visual gejala yang ditimbulkan herbisida pada gulma yaitu perubahan warna daun, bentuk daun, pertumbuhan tidak normal, dan gulma mengering hingga mati. Penentuan persen keracunan dilakukan dengan membandingkan gulma yang diberi perlakuan herbisida dengan gulma tanpa perlakuan (kontrol). Perbandingan antar kondisi gulma tersebut dapat diperoleh nilai persen keracunan gulma. Pengamatan dilakukan setiap hari dimulai 2 HSA hingga 14 HSA (hari setelah aplikasi).

3.5.2 Bobot Kering Gulma

Pengamatan bobot kering gulma dilakukan setelah pengamatan persen keracunan berakhir. Pemanenan gulma dilakukan pada 14 HSA. Gulma dipanen dengan cara memotong pangkal batang gulma. Gulma yang dipanen hanya bagian yang masih hidup, sedangkan bagian yang sudah mati dibuang. Biomassa gulma yang telah dipanen dimasukkan ke dalam amplop kertas yang telah diberi label sesuai perlakuan. Gulma dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 48 jam. Setelah dikeringkan, gulma kemudian ditimbang dan dicatat bobotnya sesuai perlakuan.

3.6 Analisis Data

3.6.1 Kecepatan Meracuni

Kecepatan bromasil meracuni gulma yang dianalisis diperoleh dari data persen keracunan. Data dianalisis dengan analisis probit untuk menentukan nilai *Lethal Time* (LT_{50}). LT_{50} merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan atau meracuni gulma yang diuji sebesar 50%. Dari nilai LT_{50} dapat diketahui waktu yang dibutuhkan bromasil untuk meracuni gulma hingga 50%. Kecepatan meracuni herbisida dapat diperoleh dari transformasi persen keracunan ke nilai probit dengan bantuan tabel probit dan hari pengamatan diubah ke dalam bentuk log. Dari log hari (X) dan probit (Y) ditentukan persamaan regresi sederhana $Y = aX + b$. Dari persamaan regresi tersebut ditentukan nilai X dengan $Y = 5$ untuk

menentukan nilai log hari dimana gulma teracuni 50%. Nilai X kemudian diubah ke anti log sehingga diperoleh nilai LT_{50} (*Lethal Time*). Nilai Y = 5 digunakan karena nilai probit dari 50% adalah 5 (Hasinu, 2009).

3.6.2 Dosis Efektif (ED_{50})

ED_{50} adalah suatu nilai yang menunjukkan keefektifan dosis herbisida dalam meracuni spesies gulma. Data bobot kering gulma yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi persen kerusakan. Persen kerusakan adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar herbisida dapat mematikan gulma. Nilai persen kerusakan dapat diperoleh dengan membandingkan nilai bobot kering perlakuan herbisida dengan kontrol menggunakan persamaan berikut :

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

Keterangan :

P = Nilai bobot kering gulma dengan perlakuan herbisida.

K = Nilai bobot kering gulma control.

Persen kerusakan ditransformasi ke dalam nilai probit dengan bantuan tabel probit. Taraf dosis yang diuji diubah kedalam bentuk log. Dari nilai probit persen kerusakan (Y) dan log dosis (X), ditentukan persamaan regresi sederhana $Y = aX + b$. Dari persamaan tersebut, ditentukan nilai X untuk Y = 5 karena yang dicari adalah ED_{50} (nilai probit dari 50% adalah 5). Nilai X kemudian dianti log sehingga diperoleh ED_{50} gulma. ED_{50} menunjukkan dosis yang menyebabkan penekanan gulma hingga 50% (Guntoro dan Fitri, 2013).

3.6.3 Nisbah Resistensi (NR)

Nisbah Resistensi (NR) merupakan nilai dari perbandingan ED_{50} gulma terpapar dengan gulma tidak terpapar. Berdasarkan nisbah resistensi didapatkan penggolongan tingkat resistensi gulma spesies uji. Gulma tergolong resisten tinggi apabila nilai NR 6-12, resistensi rendah apabila nilai NR 2-6, dan tergolong sensitif apabila nilai NR < 2 (Ahmad-Hamdani, 2012).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Nilai LT_{50} pada dosis 1600 g ha^{-1} gulma *D. aegyptium* terpapar yaitu 5,35 hari sedangkan tidak terpapar 3,95 hari, *D. ciliris* terpapar yaitu 72,08 hari sedangkan tidak terpapar 4,94 hari, *E. indica* terpapar yaitu 111,72 hari sedangkan tidak terpapar 5,41 hari.
2. Nilai ED_{50} gulma *D. aegyptium* terpapar yaitu $178,65 \text{ g ha}^{-1}$ sedangkan tidak terpapar $157,30 \text{ g ha}^{-1}$, *D. ciliris* terpapar yaitu $714,60 \text{ g ha}^{-1}$ sedangkan tidak terpapar $182,60 \text{ g ha}^{-1}$, *E. indica* terpapar yaitu $588,59 \text{ g ha}^{-1}$ sedangkan tidak terpapar $152,16 \text{ g ha}^{-1}$.
3. Gulma *D. aegyptium* dengan NR 1,14 masih sensitif sedangkan *D. ciliaris* dan *E. indica* dengan nilai NR masing-masing sebesar 3,91; 3,87 mengalami resistensi rendah.

5.2 Saran

Saran yang diberikan pada penelitian ini adalah perlu dilakukan rotasi herbisida dengan herbisida mekanisme kerja non fotosintesis karena beberapa gulma sudah resisten terhadap herbisida yang mempunyai mekanisme kerja menghambat fotosintesis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad-Hamdani, M. S., J. Mechelle., Q.Y, Owen., S. B, Powles. 2012. ACCase-Inhibiting Herbicide Resistant *Avena* spp. Population from the Western Australian Grain Belt. *Weed Technology*. 26:130-136.
- Bayuga, A. 2016. Uji Resistensi Gulma *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia* Yang Terpapar Herbisida Dari Perkebunan Nanas Lampung Tengah Terhadap Herbisida Diuron. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 51 hlm.
- Bean.C.M. 2011.A World Compedium.The e-Pesticide Manual. Version 5,1 Fifteenth Edition. BCPC.
- Beffa, R., F. Andrea, L. Lothar, H. Martin, L. Bernd, P.R.S. Juan dan S. Harry 2012. Weed Resistance Diagnostic Technologies to Detect Herbicide Resistance in Cerealgrowing Areas. *25th German Conference on Weed Biology and Weed Control*
- Buhler,W. 2002. *Incidence and History of Herbicide Resistance (WSSA)*. Pesticide Environmental Stewardship. Promoting Proper Pesticide Use and Handling Center for Integrated Pest Management.
- Depari,E. K.,Asdini, S., Adinugroho, W.A. dan Maryani, Y. 2009. *Dampak Terganggunya Fotosintesis Akibat Kebakaran*. IPB. Bogor.
- Elfandari, H. 2017. Uji Resistensi Gulma *Asytasia gangetica*, *Axonopus kyllingia*, *Eleusine indica* Asal Perkebunan Kelapa Sawit Lampung Selatan Terhadap Herbisida Glifosat. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 84-85 hlm.
- EPA. 1996. *Pesticide Reregistration: Bromacil*. United States Enviromental Protection Agency. United States.
- Fauziah. N. 2018. Uji Resistensi Gulma Daun Lebar *Asystasia gangetica*, *Borreria alata*, DAN *Praxelis clematidea* Asal Perkebunan Nanas Lampung Tengah Terhadap Herbisida Diuron. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59-60 hlm.

- Guntoro, D. dan T. Y, Fitri. 2013. Aktivitas Herbisida Campuran Bahan Aktif Cyhalofop – Butyl dan Penoxulam terhadap Beberapa Jenis Gulma Padi Sawah. *Bul. Agrohorti* 1 (1): 140 – 148.
- Haryadi, A. 2017. Uji Resistensi Gulma Rumput Belulangan (*Eleusine indica*), Jalantir (*Erigeron sumatrensis*), Dan Teki Udalan (*Cyperus kyllingia*) Asal Perkebunan Jambu Biji Lampung Timur Terhadap Herbisida Glifosat. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hasinu, J.V. 2009. Isolasi dan Uji Patogenisitas *Bacillus thuringiensis* Terhadap *Crociodolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae). *Jurnal Budidaya Pertanian* 5: 84-88.
- Heap I. 2011. Global Distribution of Herbicide Resistance. WSSA Herbicide Resistance Management Lesson 1. WSSA All Rights Reserved.
- Heap, I. 2019. *International Survey of Herbicide Resistant Weed*. <http://http://weedsociety.org>(diakses 10 Januari 2019).
- Heap, I. 2014. Herbicide Resistant Weeds. *Integrated Pest Management*. 281-301.
- Heap, I. 2021. *International Survey of Herbicide Resistant Weed*. <http://http://weedsociety.org>(diakses 23 Juni 2021).
- Hendarto, H. 2017. Resistensi Gulma *Cyperus rotundus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Asystasia gangetica* Terhadap Herbisida Bromasil Dan Diuron Pada Perkebunan Nanas Di Lampung Tengah. *Tesis*. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Hager, A dan Sprague, C. 2000. Weed resistance to herbicides. Departement of Crop Science. *Illionnes Agricultural Pest Management Handbook*. University of Illinois Extension. Urbana.
- Hutabarat, R. 2003. *Agribisnis dan Budidaya Tanaman Nanas*. PT Atalya Rileni Sudeco. Jakarta. 340 hlm.
- Kementerian Pertanian. 2016. *Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Kusuma, A. 2017. Uji Resistensi Gulma *Cyperus Kyllingia*, *Digitaria Ciliaris*, Dan *Praxelis Clematidea* Asal Perkebunan Nanas Lampung Tengah Terhadap Herbisida Bromasil. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 47 hlm.
- Manalil, S. 2015. An Analysis of Polygenic Herbicide Resistance Evolution and its Management Based on A Population Genetics Approach. *Basic and Applied Ecology* 16 : 104–111.

- Manurung, M. S. 2017. Uji Resistensi Gulma Rumput *Dactyloctenium Aegyptium*, *Digitaria Ciliaris* dan *Eleusine Indica* Asal Perkebunan Nanas Lampung Tengah (*Ananas Comosus L.*) Terhadap Herbisida Diuron. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 75-76 hlm.
- Prostko, E. P and A. Stanley Culpepper. 2005. *Herbicide Resistant Weeds And Their Management. Departement of Crop and Soil Science. The University of Geotgia Tifton.*
- Purba, E. 2009. *Keanekaragaman Herbisida dalam Pengendalian Gulma Mengatasi Populasi Gulma Resisten dan Toleran Herbisida.* Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap Universitas Sumatera Utara. Medan. 7 hlm.
- Rochmah, A. 2017. Uji Resistensi Gulma *Eleusine Indica*, *Erigeron Sumatrensis*, Dan *Cyperus Kyllingia* Dari Perkebunan Jambu Biji Di Lampung Timur Terhadap Herbisida Parakuat. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rukmana, R. 2007. *Nanas, Budidaya dan Penanganan Pasca Panen.* Penerbit Kanisius. Jakarta. 459 hlm.
- Sembodo, D. R. J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya.* Graha Ilmu. Yogyakarta. 168 hlm.
- Sriyani, N. 2014. Resistensi Gulma dan Tanaman Resistensi Herbisida (TRH). Materi Ajar Program Pascasarjana Jurusan BDP. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. 27 hlm.
- Sriyani, N., Lubis, A.T., Sembodo, D. R. J., Suprpto, H., Susanto, H., Pujisiswanto, H., Adachi, T. Dan Oki, Y. 2014. *Upland Weed Flora Of Southern Sumatera.* Global Madani Press. Bandar Lampung. 100-103 hlm.
- Tim Budidaya Nanas PT GGP. 2013. *Standar Perawatan Nanas.* PT GGP. Lampung Tengah.
- Tjitrosoedirjo, S., Utomo, I.H., dan Wiroatmodjo. 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan.* Gramedia. Jakarta. 399 hlm.
- Tjitrosoepomo, G. 1989. *Taksonomi Tumbuhan (Schozophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pterydophyta).* Gadjah Mada University Aress. Yogyakarta. 324 hlm.
- Tomlin, C. D. S. 1997. *The Pesticides Manual 11th edition.* British Corp Protection Council. UK. 315 hlm.
- Tucker ,D,P. 1978. Bromacil and diuron residue levels in Florida citrus soils. *Pestic Monit J.* (2):47-50.

U.S. National Library of Medicine, 2017. *Bromasil*. <https://www.nlm.nih.gov/>. Di akses pada tanggal 1 Februari 2020 pukul 17.30 WIB.

Wahyuni, N.W. 2018. Uji Resistensi Gulma Daun Lebar *Asystasia gangetica*, *Borreria alata*, dan *Praxelis clematidea* Asal Perkebunan Nanas Lampung Tengah Terhadap Herbisida Bromasil. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung