

**UJI RESISTENSI GULMA *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris*, DAN  
*Cyperus kyllingia* YANG TERPAPAR HERBISIDA DARI  
PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP  
HERBISIDA DIURON**

(Skripsi)

Oleh

AGUS BAYUGA



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## ABSTRAK

### UJI RESISTENSI GULMA *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Cyperus kyllingia* YANG TERPAPAR HERBISIDA DARI PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP HERBISIDA DIURON

Oleh

AGUS BAYUGA

Gulma yang banyak tumbuh di perkebunan nanas Lampung Tengah yaitu *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris* dan *Cyperus kyllingia*. Salah satu pengendalian gulma yang dilakukan yaitu dengan herbisida diuron. Namun, muncul masalah akibat penggunaan herbisida yaitu resistensi gulma terhadap herbisida. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perbedaan ED<sub>50</sub> dan respon keracunan antara gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris* dan *C. kyllingia* terpapar dan tidak terpapar diuron serta mengetahui status resistensi gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris* dan *C. kyllingia* yang terpapar herbisida diuron. Penelitian dilakukan di Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Lampung Selatan dan Laboratorium Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Februari hingga Mei 2016. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan tiga ulangan yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu asal gulma yang diuji terpapar herbisida (A1) dan tidak terpapar herbisida (A2). Faktor kedua yaitu dosis herbisida diuron 0 kg/ha (D0); 0,8 kg/ha (D1); 1,6 kg/ha (D2);

3,2 kg/ha (D3); 6,4 kg/ha (D4); 12,8 kg/ha (D5) dan 25,6 kg/ha (D6). Persen keracunan gulma ditampilkan dalam bentuk grafik yang diuji dengan analisis probit untuk menentukan kecepatan meracuni. Bobot kering gulma diuji dengan analisis probit untuk menentukan nilai ED<sub>50</sub> yang kemudian dibandingkan untuk memperoleh nilai nisbah resistensi (NR). Nilai NR digunakan untuk menentukan status resistensi gulma yang terpapar herbisida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Nilai ED<sub>50</sub> gulma *P. clematidea* terpapar diuron yaitu 0,273 kg /ha dan tidak terpapar 0,270 kg/ha, gulma *D. ciliaris* terpapar diuron yaitu 0,843 kg/ha dan tidak terpapar 0,401 kg/ha, serta gulma *C. kyllingia* terpapar diuron 0,492 kg/ha dan tidak terpapar 1,066 kg/ha dengan kondisi gulma memiliki 2-3 daun; (2) 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; (3). status resistensi gulma *D. ciliaris* yang terpapar diuron adalah resisten rendah, sedangkan gulma *P. clematidea* dan *C. kyllingia* masih sensitif terhadap aplikasi herbisida diuron.

Kata kunci : diuron, gulma, herbisida, resistensi

**UJI RESISTENSI GULMA *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris*, DAN  
*Cyperus kyllingia* YANG TERPAPAR HERBISIDA DARI  
PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP  
HERBISIDA DIURON**

Oleh

*Agus Bayuga*

Skripsi

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

Pada

Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

Judul Skripsi

: **UJI RESISTENSI GULMA *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Cyperus kyllingia* YANG TERPAPAR HERBISIDA DARI PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP HERBISIDA DIURON**

Nama Mahasiswa

: **Agus Bayuga**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1214121007

Jurusan

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian

### **MENYETUJUI**

#### 1. Komisi Pembimbing



**Ir. Herry Susanto, M.P.**  
NIP 196301151987031001



**Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.**  
NIP 196110211985031002

#### 2. Ketua Jurusan Agroteknologi

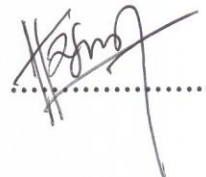


**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

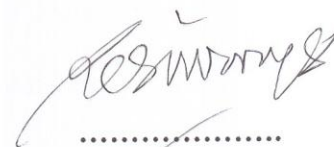
Ketua : **Ir. Herry Susanto, M.P.**



Sekretaris : **Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.**




Penguji  
Bukan Pembimbing : **Ir. Dad R.J. Sembodo, M.S.**



### 2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **30 Desember 2016**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwaskripsi saya yang berjudul **“UJI RESISTENSI GULMA *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Cyperus kyllingia* YANG TERPAPAR HERBISIDA DARI PERKEBUNAN NANAS LAMPUNG TENGAH TERHADAP HERBISIDA DIURON”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Desember 2016.

  
Agus Bayuga  
NPM 1214121007

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Seputih Banyak, Lampung Tengah pada tanggal 12 Januari 1994, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, buah hati dari Bapak Nyoman Gede Arya dan Ibu Nyoman Suati. Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 2 Sakti Buana dan diselesaikan pada tahun 2006. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 2 Way Seputih pada tahun 2006 dan selesai tahun 2009 lalu melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 1 Seputih Banyak tahun 2009 dan diselesaikan pada tahun 2012.

Tahun 2012, Penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis aktif di Persatuan Mahasiswa (PERMA) Agroteknologi dan UKM Hindu Unila. Selain itu penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Ilmu dan Teknik Pengendalian Gulma, Pengelolaan Gulma Perkebunan, Dasar-dasar Perlindungan Tanaman, Dasar-Dasar Budidaya Tanaman dan Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2015 selama 40 hari di desa Pulo Gadung, Kecamatan Penawartama, Tulang Bawang. Pada tahun yang sama, penulis juga melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Food selama 30 hari.



*Dengan penuh rasa syukur dan bangga*

*Ku persembahkan hasil karyaku untuk ayahku Nyoman Gede Arya dan ibuku Nyoman Suati serta kedua adik tercinta Uta Dwi yoga dan Hendra Adiyoga, serta untuk seluruh keluarga besarku. Untuk seluruh teman-teman yang telah memberikan doa, bantuan dan motivasi. Untuk Almamater tercinta Universitas Lampung...*

*“Orang yang berbahagia bukanlah orang hebat dalam segala hal,  
tapi orang yang bisa menemukan hal sederhana dalam hidupnya dan mengucap syukur”*  
*(Warren Buffet)*

*“If you want to live a happy life, tie it to a goal, not to people or things”*  
*(Albert Einstein)*

*“Kebanggaan terbesar kita adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap  
kali kita terjatuh”*  
*(Anonim)*

## SANWACANA

Puji syukur selalu penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi Dengan Judul “Uji Resistensi Gulma *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia* yang Terpapar Herbisida dari Perkebunan Nanas Lampung Tengah Terhadap Herbisida Diuron“ adalah Salah Satu Syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Selama penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Herry Susanto, M.P., selaku pembimbing pertama atas ide penelitian, bimbingan, saran, serta kesabaran dalam memberikan bimbingannya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku pembimbing kedua atas saran dan bimbingannya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ir. Dad R. J. Sembodo, M.S., selaku pembahas bukan pembimbing yang telah memberikan kritik dan sarannya dalam penyelesaian skripsi ini.

4. Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan nasihat akademik selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi yang telah membantu dalam administrasi penyelesaian skripsi ini.
6. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membantu administrasi skripsi.
7. Orang tua penulis Bapak Nyoman Gede Arya dan Nyoman Suati yang selalu memberikan motivasi, semangat dan dorongan, atas semua perjuangan dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis.
8. Kedua adik tercinta Uta Dwi Yoga dan Hendra Adiyoga yang selalu memberikan semangat dan menjadi motivasi.
9. Damar Indah Ryska Chafiska yang selalu memberikan semangat, motivasi dan selalu menemani penulis.
10. Seluruh keluarga besar dan saudara-saudara penulis atas segala bentuk doa dan dukungannya.
11. Teman-teman seperjuangan penelitian gulma Anang, Agustinus, Ainia, Citra, Cindy, Ardi, Danny, Aulia, dan Damai, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya yang luar biasa.
12. Keluarga besar Agroteknologi khususnya angkatan 2012 atas bantuannya dan dukungannya selama ini.
13. Sahabat karib yang selalu kompak Andrian, Aziz, Agustinus, Berri dan Bartolomeus.

14. Teman-teman sepermainan Putri, Daryati, Anggun, Dea, Ayu atas semua dukungan dan semangatnya.
15. Bpk Khoiri yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.
16. Semua pihak yang telah membantu penyusunan srikpsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Bandar Lampung, Desember 2016

Penulis,

**AGUS BAYUGA**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	7
1.3 Kerangka Pemikiran.....	7
1.4 Hipotesis.....	10
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tanaman Nanas .....	11
2.2 Resistensi Herbisida .....	12
2.3 Gulma <i>Praxelis clematidea</i> .....	16
2.4 Gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....	17
2.5 Gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....	18
2.6 Herbisida Diuron.....	20
<b>III. BAHAN DAN METODE</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	23
3.2 Bahan dan Alat.....	23
3.3 Rancangan Perlakuan .....	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	25

3.4.1 Survei Pendahuluan .....	25
3.4.1.1 Lokasi Gulma yang Terpapar Diuron.....	25
3.4.1.2 Lokasi Gulma yang Tidak Pernah Terpapar Diuron .....	25
3.4.2 Uji Pendahuluan.....	25
3.4.3 Pengambilan Sampel Gulma.....	26
3.4.4 Penanaman Gulma .....	26
3.4.5 Pemeliharaan Gulma.....	27
3.4.6 Aplikasi Herbisida Diuron .....	27
3.4.6.1 Kalibrasi Sprayer .....	27
3.4.6.2 Aplikasi.....	27
3.5 Variabel yang Diamati .....	29
3.5.1 Persen Keracunan.....	29
3.5.2 Bobot Kering Gulma.....	29
3.6 Analisis Data .....	30
3.6.1 Persen Keracunan.....	30
3.6.2 Kecepatan Meracuni .....	30
3.6.3 Dosis Efektif (ED <sub>50</sub> ).....	31
3.6.4 Nisbah Resistensi .....	32
 <b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Gulma <i>Praxelis clematidea</i> .....	33
4.1.1 Persen Keracunan.....	33
4.1.2 Kecepatan Meracuni .....	35
4.1.3 Dosis Efektif (ED <sub>50</sub> ).....	36
4.2 Gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....	38
4.2.1 Persen Keracunan.....	38
4.2.2 Kecepatan Meracuni .....	41
4.2.3 Dosis Efektif (ED <sub>50</sub> ).....	41
4.3 Gulma <i>Cyperus kyllingia</i> .....	44

4.3.1 Persen Keracunan.....	44
4.3.2 Kecepatan Meracuni .....	46
4.3.3 Dosis Efektif (ED <sub>50</sub> ).....	47
4.4 Rekomendasi .....	49
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai keracunan 50% pada <i>P. clematidea</i> .....	36
2. Nilai ED <sub>50</sub> dan nisbah resistensi <i>P. clematidea</i> .....	37
3. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai keracunan 50% pada <i>D. ciliaris</i> .....	41
4. Nilai ED <sub>50</sub> dan nisbah resistensi <i>D. ciliaris</i> .....	42
5. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai keracunan 50% pada <i>C. kyllingia</i> .....	47
6. Nilai ED <sub>50</sub> dan NR <i>C. kyllingia</i> .....	48
7. Persen keracunan <i>P. clematidea</i> .....	56
8. Persen keracunan <i>D. ciliaris</i> .....	56
9. Persen keracunan <i>C. kyllingia</i> .....	57
10. Bobot kering <i>P. clematidea</i> .....	57
11. Bobot kering <i>D. ciliaris</i> .....	58
12. Bobot kering <i>C. kyllingia</i> .....	58
13. Persen kerusakan <i>P. clematidea</i> .....	59
14. Persen kerusakan <i>D. ciliaris</i> .....	59
15. Persen kerusakan <i>C. kyllingia</i> .....	60
16. Nilai probit <i>P. clematidea</i> .....	60

17. Nilai probit <i>D. ciliaris</i> .....	61
18. Nilai probit <i>C. kyllingia</i> .....	61
19. Transformasi persen kerusakan ke nilai probit .....	62

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Kondisi gulma di perkebunan nanas .....	4
2. Gulma <i>P. clematidea</i> .....	16
3. Gulma <i>C. kyllingia</i> .....	18
4. Gulma <i>D. ciliaris</i> .....	19
5. Rumus bangun herbisida diuron .....	21
6. Tata letak percobaan .....	24
7. Tata letak aplikasi herbisida.....	28
8. Persen keracunan <i>P. clematidea</i> pada dosis diuron 3,2 kg/ha .....	33
9. Persen keracunan <i>P. clematidea</i> pada dosis diuron 6,4 kg/ha .....	34
10. Respon <i>P. clematidea</i> terhadap aplikasi herbisida diuron .....	35
11. Persen keracunan <i>D. ciliaris</i> pada dosis diuron 3,2 kg/ha .....	39
12. Persen keracunan <i>D. ciliaris</i> pada dosis diuron 6,4 kg/ha .....	39
13. Respon <i>D. ciliaris</i> terhadap aplikasi herbisida diuron .....	40
14. Persen keracunan <i>C. kyllingia</i> pada dosis diuron 3,2 kg/ha.....	44
15. Persen keracunan <i>C. kyllingia</i> pada dosis diuron 6,4 kg/ha.....	45
16. Respon <i>C. kyllingia</i> terhadap aplikasi herbisida diuron.....	46
17. Persen keracunan <i>P. clematidea</i> pada dosis diuron 0,8 kg/ha .....	62
18. Persen keracunan <i>P. clematidea</i> pada dosis diuron 1,6 kg/ha .....	63

19. Persen keracunan <i>P. clematidea</i> pada dosis diuron 12,8 kg/ha .....	63
20. Persen keracunan <i>P. clematidea</i> pada dosis diuron 25,6 kg/ha .....	63
21. Persen keracunan <i>D. ciliaris</i> pada dosis diuron 0,8 kg/ha .....	64
22. Persen keracunan <i>D. ciliaris</i> pada dosis diuron 1,6 kg/ha .....	64
23. Persen keracunan <i>D. ciliaris</i> pada dosis diuron 12,8 kg/ha .....	64
24. Persen keracunan <i>D. ciliaris</i> pada dosis diuron 25,6 kg/ha .....	65
25. Persen keracunan <i>C. kyllingia</i> pada dosis diuron 0,8 kg/ha.....	65
26. Persen keracunan <i>C. kyllingia</i> pada dosis diuron 1,6 kg/ha.....	65
27. Persen keracunan <i>C. kyllingia</i> pada dosis diuron 12,8 kg/ha.....	66
28. Persen keracunan <i>C. kyllingia</i> pada dosis diuron 25,6 kg/ha.....	66
29. Pelaksanaan aplikasi herbisida pada .....	67
30. Kondisi <i>P. clematidea</i> terpapar diuron pada 5 HSA.....	67
31. Kondisi <i>P. clematidea</i> tidak terpapar diuron pada 5 HSA.....	67
32. Kondisi <i>D. ciliaris</i> terpapar diuron pada 7 HSA.....	68
33. Kondisi <i>D. ciliaris</i> tidak terpapar diuron pada 7 HSA.....	68
34. Kondisi <i>C. kyllingia</i> terpapar diuron pada 7 HSA .....	68
35. Kondisi <i>C. kyllingia</i> tidak terpapar diuron pada 7 HSA .....	69

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Perkebunan nanas Lampung Tengah melakukan budidaya dan pengolahan nanas di satu lokasi yang sama. Proses budidaya tanaman nanas dilakukan secara modern dan mekanisasi dari awal pengolahan tanah hingga panen. Namun seperti pada budidaya tanaman pada umumnya, proses budidaya tanaman nanas di perkebunan nanas ini juga tidak lepas dari masalah lingkungan maupun OPT (organisme pengganggu tanaman). OPT yang menyerang tanaman nanas yaitu hama, penyakit dan gulma.

Setiap organisme pengganggu tanaman harus dikendalikan agar tidak menurunkan produksi baik secara kualitas maupun kuantitas. Salah satu OPT yang mengganggu tanaman nanas yaitu gulma. Kehadiran gulma dapat mengganggu pertumbuhan tanaman nanas sehingga menurunkan produksi nanas. Selain itu kehadiran gulma juga dapat mengganggu proses budidaya tanaman nanas seperti pengolahan tanah, pemupukan hingga panen.

Pengendalian gulma di perkebunan nanas Lampung Tengah menggunakan sistem pengendalian terpadu yaitu dengan kombinasi pengendalian secara olah tanah, fisik/mekanik, dan kimiawi. Pengendalian kimiawi merupakan teknik

pengendalian favorit karena lebih efektif, efisien, dan cepat dibanding teknik pengendalian lain. Pengendalian secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan herbisida. Aplikasi herbisida dilakukan dari sebelum penanaman nanas hingga menjelang panen tergantung pada kondisis gulma. Herbisida dapat menjadi solusi saat teknik pengendalian lain tidak mampu mengendalikan gulma, namun herbisida juga menimbulkan dampak negatif dan masalah baru.

Penggunaan herbisida juga dapat menimbulkan dampak negatif yaitu dapat meracuni tanaman, tidak efektif mengendalikan gulma, dan memicu terjadinya resistensi gulma (Sembodo, 2010). Resistensi gulma merupakan kemampuan suatu gulma untuk bertahan terhadap aplikasi herbisida melebihi dosis yang dianjurkan. Resistensi gulma bisa terjadi akibat aplikasi herbisida sejenis secara terus menerus dan aplikasi herbisida dengan dosis yang berlebihan.

Resistensi gulma di lapangan yang kadangkala diindikasikan oleh menurunnya efektivitas suatu teknologi pengendalian tidak terjadi dalam waktu singkat.

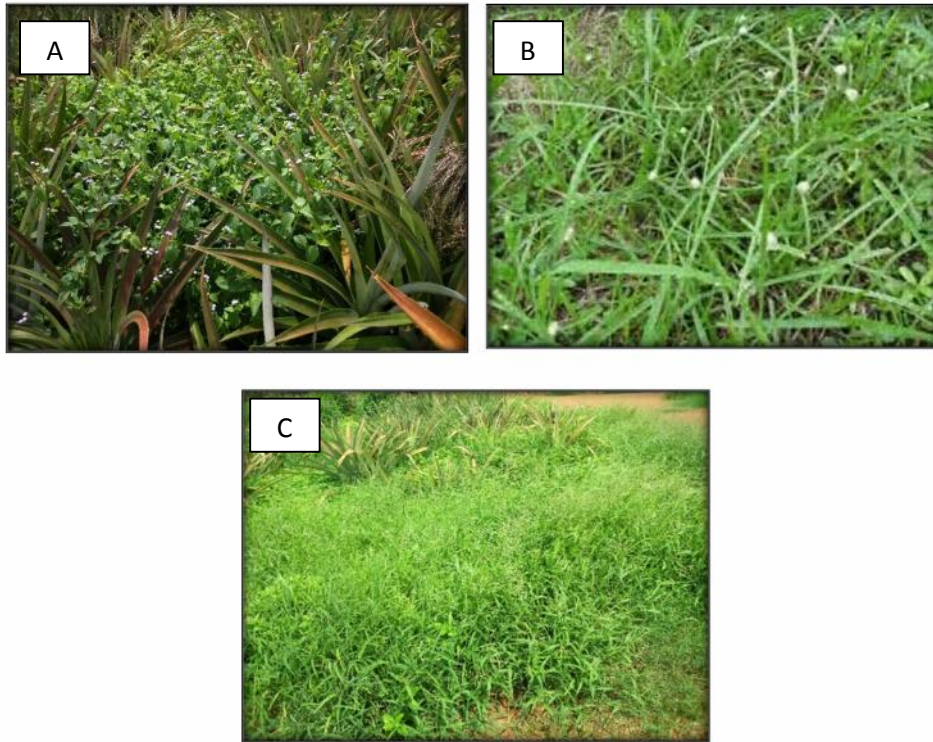
Resistensi herbisida berkembang setelah adanya proses seleksi yang berlangsung selama banyak generasi. Resistensi merupakan suatu fenomena evolusi yang diakibatkan oleh seleksi pada gulma yang diberi perlakuan herbisida secara terus menerus dengan jenis yang sama (Jansen, 2014).

Karena adanya seleksi yang terus-menerus jumlah individu yang peka dalam suatu populasi semakin sedikit dan meninggalkan individu-individu resisten. Individu resisten ini akan bereproduksi sehingga menghasilkan keturunan yang resisten

pula. Populasi yang tetap hidup pada aplikasi herbisida permulaan akan menambah proporsi individu yang tahan terhadap senyawa dan meneruskan sifat ini pada keturunan mereka (Georgious dan Taylor 1986). Sehingga gulma yang telah mengalami resistensi akan semakin meningkat populasi dan tingkat resistensinya seiring berjalannya waktu.

Gulma-gulma yang diduga mengalami resistensi di perkebunan nanas Lampung Tengah yaitu *Praxelis clematidea* dari golongan daun lebar, *Digitaria ciliaris* dari golongan rumput, dan *Cyperus kyllingia* dari golongan teki. Gulma ini sering ditemukan menjadi gulma dominan di areal pertanaman nanas selama 10 tahun terakhir. Kondisi gulma di perkebunan nanas dapat dilihat pada Gambar 1. Dominansi suatu gulma di suatu lokasi yang sering diaplikasikan herbisida dapat menjadi indikasi bahwa gulma itu resisten. Selain itu, kemungkinan gulma resisten terhadap herbisida juga dapat diketahui melalui petani. Gulma yang awalnya dapat dikendalikan dengan herbisida, namun lama-kelamaan menjadi sulit dikendalikan, maka kemungkinan gulma tersebut mengalami resistensi terhadap herbisida.

Resistensi gulma terhadap herbisida dapat terjadi akibat seleksi alam dan mutasi genetik. Gulma yang bertahan setelah aplikasi herbisida akan memiliki gen ketahanan yang diwariskan kepada keturunannya. Mutasi genetik pada tumbuhan biasanya terjadi akibat terpapar suatu senyawa kimia secara terus menerus sehingga tumbuhan melakukan mekanisme pertahanan untuk mempertahankan hidupnya.



Gambar 1. Kondisi gulma di perkebunan nanas Lampung Tengah (A) *Praxelis clematidea*, (B) *Cyperus kyllingia*, (C) *Digitaria ciliaris*.

Herbisida yang digunakan di perkebunan nanas Lampung Tengah berdasarkan waktu aplikasinya terdapat dua jenis yaitu herbisida *pre emergence* dan *post emergence*. Untuk herbisida *pre emergence* yang digunakan diantaranya diuron, bromacil, metsulfuron, dan ametrin. Herbisida diuron telah digunakan sangat lama yaitu sejak tanggal 4 Mei 1979 dan diaplikasikan secara rutin setiap proses budidaya nanas. Berarti, herbisida diuron telah digunakan selama 34 tahun sehingga ada kemungkinan terjadi resistensi gulma terhadap herbisida diuron.

Herbisida diuron diaplikasikan di perkebunan nanas Lampung Tengah dengan dosis 4,5 kg/ha dan volume semprot tinggi yaitu 2.000-4000 liter/ha. Selain sebagai herbisida *pre emergence*, diuron juga digunakan sebagai herbisida



*booster*. Herbisida *booster* dilakukan untuk memperkuat efek herbisida *pre emergence*. Dosis yang digunakan lebih rendah dari dosis herbisida *pre emergence* dan diaplikasikan 1-4 bulan setelah aplikasi herbisida *pre emergence*. Namun, waktu yang paling efektif adalah 1,5-2,5 bulan. Aplikasi *booster* tidak cukup dilakukan sekali, namun perlu diulang sebanyak 3-4 kali (Tim Budidaya Nanas PT GGP, 2008).

Herbisida diuron membunuh gulma dengan menghambat proses fotosintesis. Herbisida diuron menghambat proses transfer elektron pada fotosistem II sehingga pembentukan ATP dan NADPH terganggu (Sriyani, 2015). Namun, herbisida diuron tidak dapat meracuni gulma jika tidak mencapai *site of action* yaitu pada bagian klorofil daun. Diuron merupakan herbisida sistemik yang diserap oleh akar dan ditranslokasikan secara *acropetal* melalui pembuluh xylem. Secara fisiologis, resistensi dapat terjadi dengan penghambatan translokasi diuron menuju daun. Dengan demikian, diuron tidak dapat meracuni gulma.

Menurut Jansen (2014) secara ekonomi dan sosial dampak resistensi gulma terhadap herbisida sangat besar bagi para pengguna pestisida terutama petani, industri penghasil herbisida, pemerintah, dan masyarakat. Petani harus mengeluarkan lebih banyak biaya pengendalian karena mereka terpaksa mengaplikasikan herbisida lebih sering dengan dosis yang lebih tinggi atau membeli herbisida baru yang harganya lebih mahal. Pemerintah menderita kerugian karena sasaran produktivitas pertanian dan keamanan pangan tidak tercapai. Industri herbisida merugi karena penjualan berkurang, masa kehidupan

herbisida di pasar semakin pendek, dan biaya investasi untuk pengembangan senyawa-senyawa baru belum terbayar kembali. Masyarakat merasakan dampaknya karena penurunan produktivitas dan pertumbuhan ekonomi, peningkatan harga produk pertanian, serta peningkatan resiko bahaya bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup.

Salah satu cara untuk mengetahui resisten atau tidaknya suatu gulma yaitu dengan cara membandingkan gulma yang sering terpapar herbisida diuron dengan gulma yang tidak pernah terpapar herbisida diuron. Kriteria yang dapat dilihat yaitu nilai Dosis Efektif ( $ED_{50}$ ). Jika nilai  $ED_{50}$  gulma yang sering terpapar herbisida diuron lebih tinggi dibanding gulma yang tidak pernah terpapar, maka kemungkinan gulma tersebut resisten. Nilai  $ED_{50}$  juga dapat digunakan untuk menentukan status ketahanan suatu gulma terhadap herbisida diuron. Selain itu, resistensi gulma dapat juga diketahui dengan membandingkan respon keracunan gulma yang sering terpapar herbisida dengan yang tidak pernah terpapar herbisida diuron.

Informasi mengenai resistensi gulma terhadap herbisida masih sangat minim, terutama di Indonesia. Padahal resistensi merupakan salah satu masalah serius dalam penggunaan herbisida. Di Indonesia terdapat banyak perkebunan-perkebunan besar yang menggunakan herbisida secara intensif untuk mengendalikan gulma. Hal ini memungkinkan munculnya spesies-spesies gulma yang tahan terhadap suatu herbisida. Penelitian mengenai resistensi gulma terhadap herbisida sangat penting dilakukan untuk menambah informasi tentang gulma-gulma yang telah mengalami resistensi. Informasi ini berguna untuk

melakukan pencegahan dan pengelolaan agar dampak negatif resistensi gulma dapat diminimalisir.

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Berapakah ED<sub>50</sub> gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* yang terpapar dan tidak terpapar herbisida diuron ?
2. Bagaimanakah perbedaan respon keracunan gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* yang terpapar dan tidak terpapar herbisida diuron ?
3. Bagaimana status resistensi gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* yang terpapar herbisida diuron ?

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui perbedaan ED<sub>50</sub> antara gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* yang terpapar dan tidak terpapar herbisida diuron.
2. Mengetahui perbedaan respon keracunan gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* yang terpapar dan tidak terpapar herbisida diuron.
3. Mengetahui status resistensi gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* yang terpapar herbisida diuron.

## **1.3 Kerangka Pemikiran**

Dalam budidaya tanaman nanas, tentunya petani ingin memperoleh hasil produksi yang maksimal. Namun pada kenyataannya terdapat banyak faktor yang menghalangi produksi tanaman nanas, salah satunya yaitu masalah gulma. Gulma menjadi masalah yang sangat serius pada proses budidaya tanaman nanas.

Kehadiran gulma dapat menjadi kompetitor bagi tanaman pokok dalam memperebutkan unsur hara, air, cahaya dan ruang tumbuh. Selain itu, gulma juga dapat mengganggu proses budidaya dari pemupukan sampai panen.

Kehadiran gulma akan lebih berbahaya pada fase awal pertumbuhan nanas. Fase awal pertumbuhan tanaman nanas merupakan fase kritis dimana tanaman nanas masih sangat rentan dan tidak dapat bersaing dengan gulma. Oleh karena itu, pada fase awal pertumbuhan gulma harus dikendalikan seminimal mungkin bahkan sampai tidak ada gulma di lahan.

Pengendalian gulma pada fase awal pertumbuhan tidaklah mudah. Pengendalian tidak boleh dilakukan sembarangan agar tidak mengganggu proses pertumbuhan tanaman nanas. Pengendalian secara manual dan fisik/mekanik tidak mungkin dilakukan karena tanaman nanas masih sangat rentan terhadap benturan fisik. Salah satu pengendalian yang paling efektif adalah dengan menggunakan herbisida.

Pengendalian gulma dengan herbisida diuron sangat digemari dan menjadi pilihan utama pengendalian gulma terutama pada fase awal pertumbuhan tanaman nanas. Herbisida ini terus digunakan dalam jangka waktu yang lama dan tidak pernah diganti atau dirotasi dengan herbisida jenis lain. Hal ini tentu dapat memicu timbulnya resistensi gulma terhadap herbisida. Menurut Hager dan Refsell (2008), resistensi gulma terhadap herbisida merupakan kemampuan suatu

gulma untuk bertahan hidup dan berkembang meskipun pada dosis herbisida yang umumnya mematikan spesies tersebut.

Konsekuensi dari pemakaian herbisida yang sama (sama jenis bahan aktif atau sama cara kerja) secara berulang-ulang dalam periode yang lama pada suatu areal maka ada dua kemungkinan masalah yang timbul pada areal tersebut, yaitu terjadi dominansi populasi gulma resisten terhadap herbisida atau dominansi gulma toleran herbisida (Hambali dkk., 2015). Gulma resisten herbisida adalah suatu daya tahan genetik dari populasi gulma yang bertahan terhadap pemberian dosis herbisida yang dianjurkan untuk mengendalikan populasi gulma.

Pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida secara terus-menerus dalam waktu yang lama dapat menimbulkan populasi gulma resisten terhadap herbisida. Kemungkinan terjadinya gulma resisten sudah diperingatkan tidak lama setelah ditemukannya herbisida 2,4-D (golongan fenoksi) (Ross dan Chilids, 2004). Resistensi gulma dapat terjadi karena seleksi alam dan mutasi genetik. Gulma yang bertahan setelah aplikasi herbisida akan memiliki gen ketahanan yang diwariskan kepada keturunannya.

Herbisida diuron telah diaplikasi sangat lama dan rutin di perkebunan nanas Lampung Tengah. Dengan demikian, diduga gulma tersebut mengalami resistensi terhadap herbisida diuron. Resistensi gulma dapat diketahui dengan membandingkan antara gulma yang sering terpapar herbisida diuron dengan gulma yang tidak pernah terpapar herbisida diuron. Pengujian dapat dilakukan

dengan membandingkan respon keracunan dan  $ED_{50}$  antara gulma yang terpapar dengan tidak terpapar herbisida diuron. Status resistensi gulma yang sering terpapar herbisida dapat diketahui dengan melihat nilai Nisbah Resistensi (NR) yang diperoleh dengan membandingkan nilai  $ED_{50}$  gulma yang terpapar herbisida dan gulma yang tidak terpapar herbisida diuron.

#### **1.4 Hipotesis**

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu :

1. Nilai  $ED_{50}$  gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* yang terpapar herbisida lebih tinggi dibanding gulma yang tidak terpapar herbisida.
2. Gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* yang terpapar herbisida menunjukkan respon keracunan yang lebih rendah dibanding gulma yang tidak terpapar herbisida.
3. Gulma *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia* terpapar diuron memiliki status resisten rendah terhadap herbisida diuron.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Nanas

Tanaman nanas merupakan tanaman yang telah lama dikenal di kalangan masyarakat Indonesia walaupun tanaman ini bukan asli tanaman Indonesia, melainkan tanaman yang berasal dari benua Amerika tepatnya di kawasan Amerika Selatan. Christopher Columbus menemukan nanas 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).

Klasifikasi tanaman nanas :

Kingdom : Plantae  
Subkingdom : Tracheobionta  
Superdivisi : Spermatophyta  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Liliopsida  
Subkelas : Zingiberidae  
Ordo : Bromeliales  
Genus : *Ananas*  
Spesies : *Ananas comosus* (L.) Merr

Tanaman nanas terdiri dari akar, batang, daun, bunga, buah dan tunas-tunas. Akar nanas dapat dibedakan menjadi akar tanah dan akar samping, dengan sistem perakaran yang terbatas. Batang tanaman nanas berukuran cukup panjang 20-25 cm, diameter 2,0 -3,5 cm, beruas-ruas (buku-buku) pendek. Batang sebagai tempat melekat akar, daun, bunga, tunas, dan buah, sehingga secara visual batang tersebut tidak nampak karena dikelilinginya tertutup oleh daun. Tangkai bunga atau buah merupakan perpanjangan batang (Rukmana, 2007).

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 Resistensi Herbisida**

Populasi gulma resisten-herbisida adalah populasi yang mampu bertahan hidup normal pada dosis herbisida yang biasanya mematikan populasi tersebut.

Populasi resisten terbentuk akibat adanya tekanan seleksi oleh penggunaan herbisida sejenis secara berulang-ulang dalam periode yang lama. Sedangkan gulma toleran herbisida adalah spesies gulma yang mampu bertahan hidup secara normal walaupun diberi perlakuan herbisida. Kemampuan bertahan tersebut dimiliki oleh seluruh individu anggota spesies tersebut, jadi tidak melalui proses tekanan seleksi (Purba, 2009).



Kasus resistensi gulma terhadap pestisida sebenarnya telah terjadi dari tahun 1908. Lambatnya pemberitaan tentang penggunaan herbisida di lahan pertanian dan panjangnya siklus kehidupan tanaman menyebabkan kasus resisten herbisida tidak cepat ditangani. Resisten terhadap herbisida pertama kali dilaporkan pada awal tahun 1957 di Hawaii terhadap herbisida 2,4-D, dan laporan tentang resisten herbisida pertama kali dikonfirmasi adalah kasus resisten *Senecio vulgaris* terhadap herbisida triazine, dan dilaporkan pada tahun 1968 di Amerika (Santhakumar, 2012).

Keputusan untuk menggunakan herbisida akan menurunkan variasi genetik pada populasi gulma karena hanya individu-individu tertentu yang akan bertahan dari seleksi herbisida dan akan menyebabkan penyempitan *gene pool*. Namun, potensi potensi biologi dan genetik akan mendukung beberapa gulma untuk berkembang pada tekanan yang terus menerus. Penyerbukan silang adalah salah satu hal yang membantu gulma dalam mempertahankan kanvariasi genetiknya. Memang, penyerbukan silang bukan satu-satunya faktor yang mempercepat evolusi resistensi gulma terhadap herbisida, karena banyak spesies gulma dominan di dunia pertanian adalah menyerbuk sendiri (Manalil, 2015).

Resistensi terhadap herbisida merupakan kemampuan suatu tumbuhan untuk bertahan hidup dan berkembang meskipun pada dosis herbisida yang umumnya mematikan spesies tersebut. Pada beberapa negara, biotipe gulma yang resisten herbisida terus mengganggu aktifitas para petani. Biotipe adalah populasi dengan spesies yang memiliki “karakteristik yang luar biasa” dari spesies pada umumnya, karakteristik yang luar biasa itu dapat berupa ketahanan/resistensi spesies

terhadap suatu herbisida. Munculnya resistensi herbisida pada suatu populasi merupakan suatu contoh terjadinya evolusi gulma yang sangat cepat (Hager dan Refsell, 2008).

Gulma yang resisten terhadap herbisida dapat dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor pertama yang dapat memicu terbentuknya populasi gulma resisten adalah munculnya biotipe resisten di antara populasi sensitif sehingga populasi resisten bertambah banyak. Faktor yang kedua adalah karena penerapan pola tanam monokultur di perkebunan, sehingga dengan penggunaan herbisida yang sama untuk mengendalikan gulma di areal yang sama dan melindungi tanaman yang sama selama bertahun-tahun maka akan memunculkan gulma resisten terhadap herbisida secara cepat (Ferrel, 2014).

Secara global, penggunaan herbisida secara intensif telah mengakibatkan banyak evolusi gulma yang resisten terhadap herbisida. Penggunaan herbisida secara besar-besaran dan kurangnya variasi dalam pengelolaan herbisida dapat dengan cepat memunculkan mutasi populasi gulma yang resistensi herbisida. Oleh karena itu, pengurangan aplikasi herbisida pada level yang efisien dan tidak berlebih dipercaya dapat mengurangi evolusi gulma yang resisten terhadap herbisida. Selain itu, tindakan ini juga dapat mengurangi jumlah herbisida yang mencemari lingkungan dan mengurangi biaya input (Manalil, 2015).

Resistensi gulma terhadap herbisida dapat terjadi akibat 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 degradasi herbisida atau

metabolitnya. Banyaknya variasi mekanisme resistensi herbisida ini menunjukkan kemungkinan adanya resistensi mode evolusi poligenik (Manalil, 2015).

Ketika gulma dikendalikan dengan bahan kimia (herbisida), akan terjadi tekanan seleksi yang sangat ketat. Tekanan seleksi ini dapat membunuh 99,99% dari populasi gulma yang dikendalikan. Namun, jika ada beberapa individu yang bertahan terhadap aplikasi herbisida, akan terjadi perubahan fenotipe dan proporsi genotipe untuk menjadi gulma yang benar-benar resisten terhadap herbisida dalam beberapa generasi (Garcia dkk., 2015).

Sifat ketahanan tumbuhan sering dikendalikan oleh gen-gen inti dan atau gen-gen sitoplasma. Efek maternal akan muncul, jika gen-gen pengendali sifat adalah gen-gen sitoplasma. Akan tetapi, publikasi tentang efek maternal pada sifat-sifat kuantitatif pada tumbuhan masih belum banyak. Sifat ketahanan bersifat kuantitatif, dimana pengendalian dan pewarisan sifat kepada keturunannya terjadi secara poligenik (Hartatik, 2007).

Mutasi adalah sebuah perubahan dalam jumlah atau struktur DNA dari suatu organisme. Mutasi dapat menyebabkan perubahan genotipe yang dapat diturunkan melalui mitosis atau meiosis dari sel mutan. Mutasi dapat menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik dalam suatu populasi. Mutasi yang terjadi pada sel-sel gamet dapat diturunkan, sedangkan yang terjadi pada sel-sel somatik hanya diturunkan pada sel saudaranya melalui mitosis yang dikenal sebagai mutasi somatik (Aristya dkk., 2014).

### 2.3 Gulma *Praxelis clematidea*

Gulma *P. clematidea* memiliki batang tegak dan lurus, dengan panjang mencapai 1 m, terdapat rambut halus sepanjang 0,1-0,25 cm, diameter batang 0,1-0,9 cm.

Daun berbentuk hati dan bergerigi pada bagian pinggirnya. Panjang daun 2,5–6 cm dan lebar 1–4 cm dengan permukaan bergelombang. Bunga majemuk, biasanya alternatif pada sumbu utama, 0,5-3 cm, berwarna ungu, tumbuh pada pucuk gulma. Gulma ini memiliki akar serabut (Tjitrosoedirdjo dkk., 1984).

Gulma ini belum banyak dikenal di Indonesia, namun petani menyebut gulma ini babandotan karena mirip dengan gulma *Agerantum conyzoides*.

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Ordo : Asterales  
Famili : Asteraceae  
Sub family : Asteroideae  
Genus : *Praxelis*  
Spesies : *Praxelis clematidea*



Gambar 2. Gulma *P. clematidea*.

Gulma *P. clematidea* berasal dari daerah Argentina, Brasil, Paraguay, dan Peru. Namun gulma ini menjadi masalah dan menginvasi perkebunan tebu dari daerah Queensland Utara. Gulma ini memiliki kemiripan dengan gulma *Ageratum conyzoides*, *Ageratum houstonianum* dan *Chromolaena odorata*. Gulma *P. clematidea* dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat, penyebaran gulma ini melalui biji yang terhembus angin (Veldkamp, 2015).

#### **2.4 Gulma *Cyperus kyllingia***

*C. kyllingia* adalah gulma dari golongan teki yang termasuk dalam famili Cyperaceae. *C. kyllingia* memiliki batang yang tegak mencapai 55 cm. Daun *C. kyllingia* berbentuk garis dan kaku. Pada bagian pangkal batang *C. kyllingia* berwarna kemerahan. Pembungaan berbentuk bonggol, terdapat pada bagian ujung batang, dan berwarna putih. *C. kyllingia* berkembang biak dengan menggunakan biji dan rimpang. *C. kyllingia* adalah gulma yang tidak memiliki umbi, dan termasuk dalam golongan gulma tahunan (Ulluputty, 2014).

Kingdom : Plantae (tumbuhan)  
 Divisi : Magnoliophyta  
 Kelas : Liliopsida  
 Ordo : Cyperales  
 Famili : Cyperaceae  
 Genus : *Cyperus*  
 Spesies : *Cyperus kyllingia*



Gambar 3. Gulma *C. kyllingia*

Gulma *C. kyllingia* merupakan teki-tekiian tumbuh tegak hingga 55 cm, berimpang, tidak berumbi, dan berumur tahunan. Daun berbentuk pita bersegi tiga, permukaan licin dan kaku, pada pangkalnya berwarna kemerahan. Bunga berbentuk bongkol, terdapat di ujung tangkai bunga, dan berwarna putih. Gulma ini berkembang biak dengan menggunakan biji dan rimpang. Tumbuh di tempat terbuka atau agak terlindung hingga ketinggian 1.300 m dpl ( Tjokrowardojo dan Djauhariya, 2009).

### 2.5 Gulma *Digitaria ciliaris*

*D. ciliaris* tergolong rumput semusim. Gulma ini hidup berumpun dengan batang menjalar dan stolon yang mengeluarkan akar dan tunas. *D. ciliaris* menghasilkan biji yang banyak sehingga sering dominan di areal tanaman budidaya (Sastroutomo, 1990).

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Poales  
Famili : Poaceae  
Genus : *Digitaria*  
Spesies : *Digitaria ciliaris*



Gambar 4. Gulma *D. ciliaris*.

Aplikasi diuron 80 % pada semua tingkat dosis cenderung efektif mengendalikan gulma *D. ciliaris* dari 2 hingga 12 MSA. Pengendalian gulma *D. ciliaris* dengan herbisida pra tumbuh dapat mencegah gulma ini untuk tumbuh dan berkembangbiak dan menghasilkan biji yang banyak sehingga sering dominan pada jalur tanaman yang terbuka atau belum ternaungi (Agustanti,2006).

*D. ciliaris* memiliki batang menjalar, kemudian menanjak hingga 60 cm, berumur semusim. Daun berbentuk pita, lunak, berambut pada permukaannya, lidah daun rata. Bunga berbentuk bulir majemuk menjari. Anak bulir berpasangan dua-dua, dan berbentuk lanset. Gulma ini berkembangbiak dengan biji, dapat juga dari

potongan buluh (ruas batang). Tumbuh di tempat terbuka hingga 900 m dpl (Tjokrowardojo dan Djauhariya, 2009).

*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).

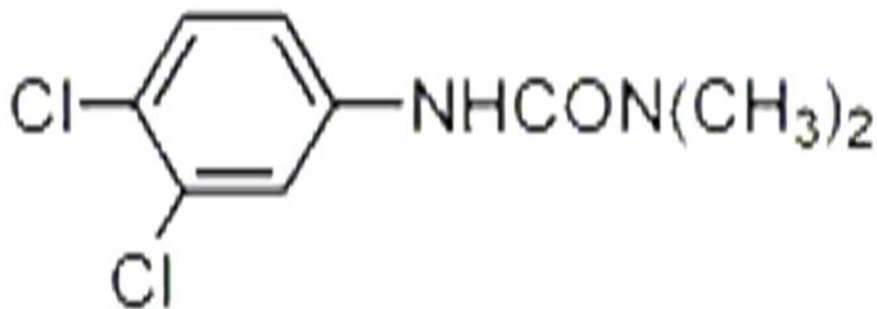
## 2.6 Hebisida Diuron

Diuron merupakan herbisida sistemik dari turunan urea. Herbisida ini merupakan herbisida yang selektif dan dipakai lewat tanah, walaupun ada beberapa yang lewat daun. Herbisida yang termasuk dalam kelompok ini adalah diuron, linuron, dan monuron. Nama kimia herbisida diuron adalah 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea (Gambar 5). Menurut Thomson (1967) diuron dapat digunakan sebagai herbisida pra tumbuh, pasca tumbuh serta herbisida *soil sterilant* (sterilisasi tanah).

Herbisida diuron berbahan aktif 3,4-D dengan rumus kimia yaitu 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea, bersifat sistemik. Herbisida ini biasanya diabsorpsi melalui akar dan ditranslokasikan ke daun melalui batang. Herbisida



diuron menghambat reaksi Hill (reaksi pemecahan air) pada fotosintesis tepatnya di fotosistem II. Dengan demikian pembentukan ATP dan NADPH terganggu (Tjitrosoedirdjo dkk.,1984).



Gambar 5. Rumus bangun herbisida diuron  
(sumber : *pesticides manual*)

Menurut Ashton dkk. (1982), seperti kebanyakan herbisida yang berasal dari golongan urea, diuron lebih cepat diserap melalui akar tumbuhan dan dengan segera ditranslokasikan ke bagian atas tumbuhan (daun dan batang) melalui sistem apoplastik. Ada dua hal yang menyebabkan diuron tetap berada di permukaan tanah dalam waktu yang relatif agak lama yaitu : (1) tidak mudah larut dalam air sehingga diuron mempunyai kemampuan untuk bertahan dari pencucian dan (2) tingkat adsorpsi yang tinggi oleh koloid tanah.

Toksistas diuron sangat tinggi untuk kecambah tumbuhan pengganggu. Diuron banyak digunakan untuk pengendalian gulma pada tanaman tebu, kapas, karet, teh dan sebagainya. Dalam keadaan murni diuron akan berupa kristal putih, tidak menguap, tidak mudah terbakar dan tidak berbau, akan meleleh pada suhu 158-159°C, larut dalam air pada suhu 25°C sebanyak 42 ppm dan tahan terhadap

dekomposisi. Toksisitas diuron terhadap manusia dan ternak rendah (Sumintapura dan Suratno, 1975).

Radosevich dkk. (1997) menyatakan sebagai herbisida pra tumbuh diuron biasanya diaplikasikan melalui tanah dan herbisida yang diaplikasikan melalui tanah biasanya disemprotkan mengelilingi tanaman pokok atau disemprotkan di antara barisan untuk meningkatkan selektivitas herbisida dan mengurangi biaya pengendalian gulma.

Perlakuan dua formulasi herbisida diuron pada semua tingkat dosis efektif dalam mengendalikan gulma hingga 12 MSA. Aplikasi herbisida diuron 50% dan 80 % memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dalam menekan bobot kering gulma total, gulma rumput, gulma daun lebar dan gulma dominan. Daya berantas diuron terlihat lebih baik pada gulma golongan daun lebar dibandingkan dengan gulma golongan rumput (Agustanti, 2006).

### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan di Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Lampung Selatan dan Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Waktu pelaksanaan yaitu dari bulan Februari hingga Mei 2016.

#### 3.2 Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain *knapsack sprayer*, gelas ukur dan ember untuk aplikasi. Gelas plastik dengan diameter 9 cm dan tinggi 15 cm serta nampan untuk tempat menanam gulma. Timbangan untuk menimbang herbisida dan gulma, oven untuk mengeringkan gulma, alat tulis, serta peralatan lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu gulma *Praxelis clematidea*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia* yang terpapar dan tidak terpapar herbisida diuron, herbisida Karmex 80WP dengan bahan aktif diuron 80%, kertas merang, serta pupuk kandang.

#### 3.3 Rancangan Perlakuan

Penelitian dilakukan secara terpisah pada setiap spesies gulma yaitu *P. clematidea*, *D. ciliaris*, dan *C. kyllingia*. Rancangan yang akan digunakan yaitu

RAK dengan 3 ulangan (Gambar 6). Pengelompokan dilakukan berdasarkan ukuran gulma yang terbagi menjadi 3 ukuran. Setiap satu satuan percobaan terdiri dari satu gulma pada satu gelas plastik.

Faktor pertama adalah asal gulma, yaitu :

A1 : gulma terpapar herbisida diuron dari Lampung Tengah yang diduga resisten.

A2 : gulma yang tidak terpapar herbisida diuron dari daerah Natar.

Tidak terdapat variasi antara gulma yang terpapar herbisida dengan yang tidak terpapar herbisida diuron. Secara morfologi, keduanya tidak memiliki perbedaan. Faktor kedua adalah tingkatan dosis bahan aktif herbisida diuron yang terdiri dari tujuh taraf, yaitu dosis 0 kg/ha (D0); 0,8 kg/ha (D1); 1,6 kg/ha (D2); 3,2 kg/ha (D3); 6,4 kg/h (D4); 12,8 kg/ha (D5); dan 25,6 kg/ha (D6).

Tata letak percobaan yaitu sebagai berikut:

A1D0	A1D5	A1D2	A1D6	A1D3	A1D1	A1D4
A1D4	A1D6	A1D5	A1D3	A1D0	A1D2	A1D1
A1D5	A1D4	A1D6	A1D0	A1D2	A1D3	A1D1

A2D0	A2D5	A2D2	A2D6	A2D3	A2D1	A2D4
A2D4	A2D6	A2D5	A2D3	A2D0	A2D2	A2D1
A2D5	A2D4	A2D6	A2D0	A2D2	A2D3	A2D1

Gambar 6. Tata letak percobaan

A1 = gulma terpapar herbisida; A2 = gulma tidak terpapar herbisida; D0 = diuron 0 kg ha<sup>-1</sup>; D1 = diuron 0,8 kg ha<sup>-1</sup>; D2 = diuron 1,6 kg ha<sup>-1</sup>; D3 = diuron 3,2 kg ha<sup>-1</sup>; D4 = diuron 6,4 kg ha<sup>-1</sup>; D5 = diuron 12,8 kg ha<sup>-1</sup>; D6 = 25,6 kg ha<sup>-1</sup>.

### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

#### ***3.4.1 Survei Pendahuluan***

##### *3.4.1.1 Lokasi Gulma yang Terpapar Diuron*

Survei dilakukan di daerah yang sering diaplikasikan herbisida diuron dalam jangka waktu yang lama (lebih dari 10 tahun). Tujuan dilakukan survei adalah untuk menentukan gulma yang diduga resisten terhadap herbisida diuron. Survei dilakukan di perkebunan nanas di PG 1 (*Plantation Group 1*) PT Great Giant Food, Lampung Tengah dimana herbisida diuron telah diaplikasikan selama lebih dari 30 tahun.

##### *3.4.1.2 Lokasi Gulma yang Tidak Pernah Terpapar Diuron*

Survei ini dilakukan untuk menentukan lokasi pengambilan gulma yang akan digunakan sebagai pembanding terhadap gulma yang diduga resisten terhadap herbisida diuron. Gulma yang digunakan diambil dari daerah yang belum pernah diaplikasikan herbisida diuron. Survei dilakukan di daerah Natar, Lampung Selatan. Pengambilan gulma dilakukan di desa Hajimena, Kecamatan Natar.

#### ***3.4.2 Uji Pendahuluan***

Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui respon gulma terhadap herbisida diuron. Herbisida diuron merupakan herbisida pra tumbuh yang biasanya diaplikasikan sebelum gulma tumbuh. Pengujian dilakukan dengan mengaplikasikan herbisida diuron pada berbagai tingkatan umur gulma yang akan diuji, kemudian diamati hingga umur berapa herbisida diuron masih efektif untuk

mengendalikan gulma tersebut. Hasil uji pendahuluan menunjukkan herbisida diuron masih efektif mengendalikan gulma *P. clematidea* hingga memiliki empat helai daun, gulma *D. ciliaris* empat helai daun dan gulma *C. kyllingia* lima helai daun.

### **3.4.3 Pengambilan Sampel Gulma**

Pengambilan gulma dilakukan pada lokasi yang telah disurvei sebelumnya. Sampel gulma diambil dari lima lokasi yang berbeda. Pada setiap lokasi, ditentukan lima titik pengambilan gulma. Gulma yang diambil dapat berupa biji atau bibit. Jika gulma yang diambil berupa bibit, maka umur gulma harus seragam. Keseragaman gulma dapat dilihat dari jumlah daun. Biji gulma yang diambil harus dalam keadaan matang fisiologis agar dapat berkecambah saat disemai. Gulma yang diambil dalam bentuk biji disimpan dalam kantong kertas sedangkan gulma yang diambil dalam bentuk bibit diletakkan pada nampan plastik berisi media tanah dan pupuk kandang. Gulma *D. ciliaris* dan *C. kyllingia* diambil dalam bentuk bibit sementara gulma *P. clematidea* diambil dalam bentuk benih.

### **3.4.4 Penanaman Gulma**

Gulma yang diambil dalam bentuk *D. ciliaris* dan *C. kyllingia* dapat langsung dipindahkan pada gelas plastik berisi media tanah dan pupuk kandang kemudian disiram setiap hari agar tumbuh dengan baik. Sementara gulma yang diambil dalam bentuk *P. clematidea* harus terlebih dahulu disemai pada nampan plastik berisi media kertas merang yang dibasahi dengan air. Setelah gulma

berkecambah, gulma dipindahkan pada gelas plastik berisi media tanah dan pupuk kandang. Gulma ditanam dua gulma per gelas plastik, kemudian disisakan satu saat aplikasi.

### ***3.4.5 Pemeliharaan Gulma***

Gulma yang telah ditanam pada media dipelihara agar tumbuh dengan baik. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman dan penyiangan dari gulma lain yang kemungkinan tumbuh pada media. Gulma disiram setiap hari dengan jumlah air yang sama pada tiap gelas plastik.

### ***3.4.6 Aplikasi Herbisida Diuron***

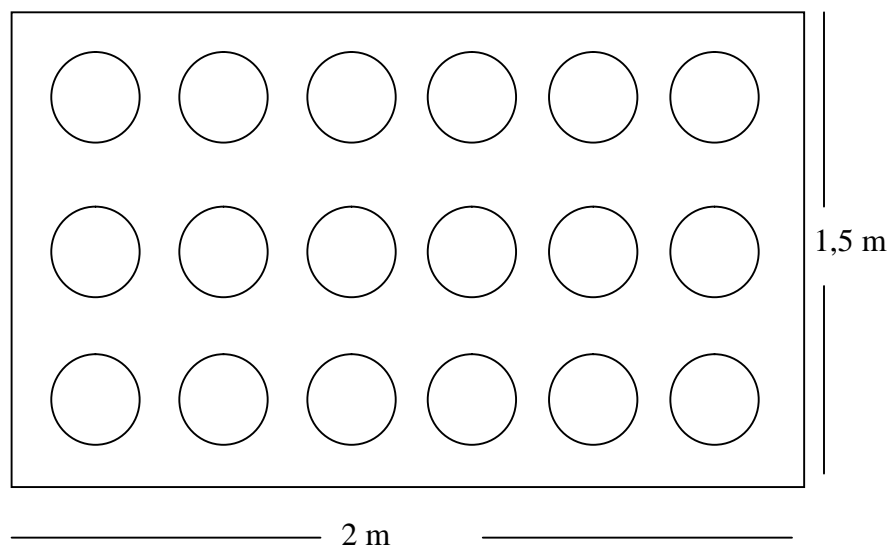
#### ***3.4.6.1 Kalibrasi Sprayer***

Sebelum melakukan aplikasi herbisida, alat semprot punggung (*knapsack sprayer*) harus dikalibrasi terlebih dahulu. Nosel yang digunakan adalah nosel warna biru dengan lebar bidang semprot 1,5 m. Kalibrasi dilakukan agar setiap satuan percobaan mendapat jumlah herbisida yang sama sesuai perlakuan. Kalibrasi dilakukan dengan metode luas untuk menentukan volume semprot yang dibutuhkan seluas petak yang akan diaplikasi. Dari hasil kalibrasi diperoleh volume semprot yang harus digunakan yaitu 250 ml untuk petak aplikasi seluas 3 m<sup>2</sup> setara 833 l/ha.

#### ***3.4.6.2 Aplikasi***

Gulma yang telah siap diaplikasi dikelompokkan berdasarkan jumlah daun untuk ulangan dan diberi label sesuai perlakuan. Aplikasi ketiga jenis gulma dilakukan


secara bersamaan. Aplikasi dilakukan dengan *knapsack sprayer* pada petakan berukuran 1,5 m x 2 m. Herbisida diaplikasikan sesuai dosis dan rancangan yang telah ditentukan. Tata letak aplikasi gulma dapat dilihat pada Gambar 7 dan pelaksanaan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 30 di lampiran.



Gambar 7. Tata letak aplikasi herbisida

Keterangan:

 = Luasan petak aplikasi herbisida diuron

 = Gulma dengan perlakuan dosis yang sama.

Dosis yang digunakan pada saat aplikasi disesuaikan dengan kebutuhan untuk luas petak aplikasi. Herbisida yang digunakan memiliki kandungan bahan aktif diuron sebesar 80% dan luas petak aplikasi yaitu 3 m<sup>2</sup>. Kebutuhan herbisida untuk masing-masing perlakuan saat aplikasi yaitu D0 = 0 g; D1 = 0,3 g; D2 = 0,6 g; D3 = 1,2 g; D4 = 2,4 g; D5 = 4,8 g; dan D6 = 9,6 g.



Kondisi gulma saat aplikasi yaitu *P. clematidea* ulangan 1 dan 2 memiliki dua helai daun, serta ulangan 3 memiliki 4 helai daun. Gulma *D. ciliaris* ulangan 1 memiliki 3 helai daun, ulangan 2 dan 3 memiliki 4 helai daun. Gulma *C. kyllingia* ulangan 1 dan 2 memiliki 3 helai daun serta ulangan 3 memiliki 4 helai daun.

### **3.5 Variabel yang Diamati**

#### **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 hari pertama setelah aplikasi hingga 5 HSA (hari setelah aplikasi) untuk gulma *P. clematidea*, sementara untuk gulma *D. ciliaris* dan *C. kyllingia* dilakukan hingga 7 HSA.

#### **3.5.2 Bobot Kering Gulma**

Setelah pengamatan persen keracunan berakhir, dilakukan pengamatan bobot kering gulma. Pemanenan gulma dilakukan pada 5 HSA untuk gulma *P. clematidea*, sementara untuk gulma *D. ciliaris* dan *C. kyllingia* dilakukan pada 7 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 Persen Keracunan***

Nilai persen keracunan gulma terpapar dan tidak terpapar ditampilkan dalam bentuk grafik pada satu dosis. Data yang ditampilkan sebanyak dua dosis yaitu pertama pada dosis rekomendasi yang biasa digunakan di perkebunan nanas Lampung Tengah yaitu 3,2 kg/ha. Kedua pada dosis terendah yang menyebabkan gulma dari salah satu atau kedua gulma mengalami keracunan 100%. Dosis ini dipilih untuk melihat perbedaan tingkat keracunan gulma dari masing-masing tempat.

#### ***3.6.2 Kecepatan Meracuni***

Kecepatan herbisida diuron meracuni gulma yang diujikan diperoleh dari data persen keracunan. Data dianalisis dengan analisis probit untuk menentukan nilai *Lethal Time* ( $LT_{50}$ ).  $LT_{50}$  merupakan waktu yang dibutuhkan untuk membunuh atau meracuni gulma yang diuji sebesar 50%. Dari nilai  $LT_{50}$  dapat diketahui waktu yang dibutuhkan herbisida diuron 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*). (Hasinu, 2009). Nilai  $Y = 5$  digunakan karena nilai probit dari 50% adalah 5.

### 3.6.3 Dosis Efektif ( $ED_{50}$ )

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 kontrol.

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 & Fitri, 2013).

#### **3.6.4 Nisbah Resistensi (NR)**

Nisbah resistensi diperoleh dengan membandingkan nilai  $ED_{50}$  gulma yang terpapar herbisida dengan gulma yang tidak pernah terpapar herbisida diuron.

Tingkat resistensi gulma dapat ditentukan dengan kriteria nilai NR sebagai berikut (Ahmad-Hamdani, 2012) yaitu  $<2$  = sensitif,  $2-6$  = resistensi rendah,  $6-12$  = resistensi sedang, dan  $>12$  = resistensi tinggi.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai ED<sub>50</sub> gulma *P. clematidea* terpapar diuron yaitu 0,273 kg/ha dan tidak terpapar 0,270 kg/ha, gulma *D. ciliaris* terpapar diuron yaitu 0,843 kg/ha dan tidak terpapar 0,401 kg/ha, serta gulma *C. kyllingia* terpapar diuron 0,492 kg/ha dan tidak terpapar 1,065 kg/ha dengan kondisi gulma berdaun 2-4 helai.
2. 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.
3. Status resistensi gulma *D. ciliaris* yang terpapar diuron adalah resisten rendah, sedangkan gulma *P. clematidea* dan *C. kyllingia* masih sensitif terhadap aplikasi herbisida diuron.

## 5.2 Saran

Salah satu kelemahan dari skripsi ini adalah masalah kehomogenan gulma yang diambil dari dua tempat yang berbeda. Untuk mengurangi resiko gulma yang diambil tidak homogen, penulis menyarankan agar pengambilan gulma yang tidak terpapar herbisida dilakukan di lokasi yang berdekatan dengan gulma yang terpapar herbisida.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustanti, V. M. F. 2006. Studi Keefektifan Herbisida Diuron dan Ametrin Untuk Mengendalikan Gulma pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Lahan Kering. ITB. Bogor. Skripsi. 66 hal.
- Ahmad-Hamdani, M.S., M. J. Owen, Qin Yu, and S. B. Powles. 2012. ACCase-Inhibiting Herbicide-Resistant *Avena* spp. Populations from the Western Australian Grain Belt. *WSSA Journal. Weed Technology* 26:130–136.
- Aristya, G.R., R. Arifiyanti, dan A. Rif'ah. 2014. Pewarisan Sifat Ketahanan Hidup dan Karakter Fenotipik Melon (*Cucumis melo* L. "TALITA" & "TANIA") Hasil Persilangan *Backcross* dan *Testcross* Induk Tacapa Pada Kondisi Karst Secara *In-Vivo*. *Jurnal Ilmiah Biologi*. 2(1):34-42.
- Ashton, F. M., G. C. Klingman, and L.J. Noordhoff. 1982. *Weed and Science : Principles and Practices* (2nd ed.). John Wiley and Sons, Inc. New York. 257-259.
- Chaudhry, O. 2008. *Herbicides-Resistances and Weed Resistance Management*. Albert Collegiate Institut. Canada. 7 pp.
- Ferrel, J. K. 2014. *The Use Paraquat for Weed Management in Oil Palm Plantation*. CCM Bioscience. Kuala Lumpur. 153 pp.
- Garcia, J. R., T. Mortera, E. Uscanga, and T. Carlos. 2015. Effect of Herbicide Resistance on Seed Physiology of *Phalaris Minor* (*Littleseed Canarygrass*). *Botanical Sciences* 93(3):661-667.
- Georgious, G.P and C.E. Taylor, 1986. Factors Influencing the Evolution of Resistance. Committee on Strategies for the Management of Pesticide Resistant Pest Populations. National Academy Press, Washington, D.C. 157-169.
- Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 2010. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian* edisi kedua. UI-Press. Jakarta. 698 hal.
- Guntoro, D. Fitri, and T. Yuga. 2013. Aktivitas Herbisida Campuran Bahan Aktif *Cyhalofop-Butyl* dan *Penoxsulam* terhadap Beberapa Jenis Gulma Padi Sawah. *IPB. Bogor. Bul. Agrohorti* 1(1):14–148.

- Hager, A.G. and D. Refsell. 2008 Chapter 13: *Herbicides Persistence and How to Test for Residues in Soils*. In: Illinois Agricultural Pest Management Handbook, University of Illinois Extension. Urbana. 286 pp.
- Hambali, D., E. Purba, dan E. H. Kardhinata. 2015. *Dose Response Biotipe Rumput Belulang (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) Resisten-Parakuat Terhadap Parakuat, Diuron, dan Ametrin*. Jurnal Online Agroekoteknologi. 3 (2) : 574-580.
- Hartatik, S. 2007. *Pewarisan Sifat Ketahanan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Penyakit Bulai*. Jurnal Agroteksos. 17(2):99-104.
- Hasinu, J.V. 2009. *Isolasi dan Uji Patogenisitas *Bacillus thuringiensis* Terhadap *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)*. Jurnal Budidaya Pertanian 5: 84-88.
- Heap, I. 2005. *Criteria for Confirmation of Herbicide-Resistant Weeds*. International Survey of Herbicide-Resistant Weeds. www.weedscience.com. Diakses pada 2 Agustus 2016. 8 pp.
- Hutabarat, R. 2003. *Agribisnis dan Budidaya Tanaman Nanas*. PT Atalya Rileni Sudeco. Jakarta. 40 hal.
- Jansen, T. L. 2014. *Mekanisme Resistensi Gulma terhadap Herbisida*. Universitas Sriwijaya. Palembang. 7 hal.
- 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.
- Nadula, V.K. 2016. *Herbicide resistance in weeds: Survey, characterization and mechanisms*. Indian Journal of Weed Science. 48(2): 128–131.
- Nasution, U. 1986. *Gulma dan Pengendaliannya di Perkebunan Karet Sumatera Utara dan Aceh*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Tanjung Morawa (P4TN). PT Gramedia. Jakarta. 225 hal.
- Prather, T.S., J.M. Ditomaso, and J.S. Holt. 2000. *Weed Resistance, Definition and Management*. University of California. California. 132 pp.
- 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 hal.
- Ross, M. A. and D.J. Chilids. 2004. *Herbicides Modes of Actions Summary*. Purdue University. America. 185 pages.



- Radosevich, S., J. Holt and J. Claudio. 1997. *Weed Ecology : Implication for Management* (2nd ed.). John Wiley and Sons, Inc. USA. 589 pp.
- Rukmana, R. 2007. *Nanas, Budidaya dan Penanganan Pasca Panen*. Penerbit Kanisius. Jakarta. 59 hal.
- Santhakumar. 2012. *Herbicides-Resistance Management in Developing Countries*. In *Weed Management for Developing Countries*. FAO Plant Production and Protection Paper. 120 pp.
- Sastroutomo, S.S. 1990. *Ekologi Gulma*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 217 hal.
- Sembodo, D.R.J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 163 hal.
- Sriyani, N. 2015. *Mekanisme Kerja Herbisida*. Bahan Mata Kuliah Herbisida dan Lingkungan. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. 27 hal.
- Sukman, Y. and Yakup. 1995. *Gulma dan Tehnik Pengendaliannya*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 122 hal.
- Sumintapura, A. Z dan I. Soeratno. 1975. *Herbisida dan Pemakaiannya. Bagian Ilmu Produksi Tanaman*. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung. 77 hal.
- Thomson, W. T. 1967. *Agricultural Chemicals*. Book II – Herbicides (1967 rev.). Thomson Publications. Davis, California, USA. 163-166.
- Tim Budidaya Nanas PT GGP. 2008. *Pedoman Praktis Budidaya Nanas Di PT Great Giant Pineapple*. PT GGP. Terbanggi Besar. 399 hal.
- Tjokrowardojo, A.S dan E. Djauhariya. 2009. *Gulma dan Pengendaliannya pada Budidaya Tanaman Nilam*. Balitro. Bogor. 230 hal.
- Tjitrosoedirdjo, S., I. H. Utomo dan J. Wiroatmodjo (Eds). 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. Kerjasama Biotrop Bogor – PT Gramedia. Jakarta. 210 hal.
- United States Department of Agriculture. 2014. *Weed Risk Assessment for Praxelis clematidea* R. M. King & H. Rob. (Asteraceae). Animal and Plant Health Inspection Service. 22 pp.
- Veldkamp, J. 2015. *Praxelis clematidea*. Gardens Bulletin Singapore. 51:119-124.

Weed Science. 2016. Weeds Resistance to Herbicide Diuron. [www.weedscience.org/Herbicide Resistant Weeds by Individual Herbicide.htm](http://www.weedscience.org/Herbicide%20Resistant%20Weeds%20by%20Individual%20Herbicide.htm). Diakses pada 2 November 2016. Pukul 12.30 wib.