

**KETAHANAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) TRANSGENIK NK603  
TERHADAP HERBISIDA GLIFOSAT**

(Skripsi)

**Oleh**

**ENDAH KUSUMAYUNI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRAK**

### **KETAHANAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) TRANSGENIK NK603 TERHADAP HERBISIDA GLIFOSAT**

**Oleh**

**ENDAH KUSUMAYUNI**

Peningkatan produksi dan penanggulangan keracunan tanaman akibat aplikasi glifosat dapat dilakukan dengan menggunakan varietas tahan terhadap herbisida glifosat. Tujuan penelitian untuk mengetahui ketahanan tanaman jagung transgenik terhadap herbisida glifosat dan mengetahui efikasi glifosat dalam mengendalikan gulma pada budidaya tanaman jagung. Penelitian ini telah dilaksanakan di Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan dan di Laboratorium Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Maret hingga Juni 2017. Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali. Enam perlakuan yang diuji yaitu tanpa penyiangan (kontrol), penyiangan mekanis dan aplikasi glifosat dosis 660, 1320, 1980 dan 2640 g/ha yang diaplikasi 1 kali (35 HST). Satuan percobaan terdiri atas areal berukuran 2 X 1,5 m dengan jarak tanam 0,25 X 0,75 m. Varietas jagung yang digunakan yaitu NK603. Homogenitas ragam data diuji dengan uji Bartlett, additivitas data diuji dengan uji Tukey, dan perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil

(BNT) pada taraf 5%. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, produksi, fitotoksisitas, dan bobot gulma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa herbisida glifosat dosis 660 – 2640 g/ha tidak menghambat pertumbuhan, tidak menurunkan produksi, dan tidak menimbulkan keracunan pada tanaman jagung transgenik NK603 serta mampu mengendalikan gulma total, gulma golongan daun lebar, gulma golongan rumput, dan gulma dominan *R. brasiliensis*, *R. exaltata*, *D. ciliaris*, dan *A. spinosus* hingga 6 MSA.

Kata kunci : Glifosat, jagung, transgenik

**KETAHANAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) TRANSGENIK NK603  
TERHADAP HERBISIDA GLIFOSAT**

**Oleh**

**Endah Kusumayuni**

Skripsi

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

pada

Jurusan Agroteknologi



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

Judul Skripsi : **KETAHANAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)  
TRANSGENIK NK603 TERHADAP HERBISIDA  
GLIFOSAT**

Nama Mahasiswa : **ENDAH KUSUMAYUNI**

NPM : 1314121057

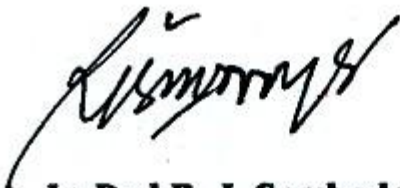
Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI,**

**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing Utama**



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

**Pembimbing Kedua**



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

**2. Ketua Jurusan Agroteknologi**



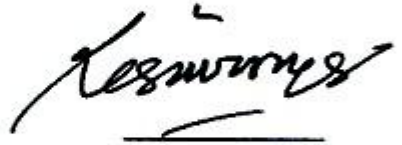
**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua

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



Sekretaris

: Prof. Dr. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Hidayat Puji Siswanto, S.P., M.P.



### 2. Dekan Fakultas Pertanian



Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NID 106140201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **11 Desember 2017**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan karya tulis atau skripsi saya yang berjudul **“Ketahanan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Transgenik NK603 terhadap Herbisida Glifosat”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain dan belum pernah diajukan. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

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

**Bandar Lampung,**

**Penulis**



**Endah Kusumayuni**  
1314121057

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Liwa, Lampung Barat pada tanggal 25 Juni 1995, sebagai anak kedua dari empat bersaudara, buah hati dari pasangan Bapak Faizal dan Ibu Maiyah. Penulis memulai pendidikan di TK Darma Wanita Pekon Canggung pada tahun 2000 dan diselesaikan pada tahun 2001. Kemudian penulis melanjutkan ke SD Negeri 1 Pekon Balak Lampung Barat dan diselesaikan pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Liwa Lampung Barat pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2010, lalu melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 1 Liwa Lampung Barat pada tahun 2010 dan diselesaikan pada tahun 2013.

Pada tahun 2013, penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri Undangan (SNMPTN Undangan). Tahun 2016 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Laju Perdana Indah site Komering Sumatera Selatan. Tahun 2017 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di desa Sanggar Buana Kecamatan Seputih Banyak Kabupaten Lampung Tengah. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Klimatologi Pertanian, Ilmu dan Teknik Pengendalian Gulma, Produksi Tanaman Perkebunan, Pengelolaan Gulma Perkebunan, Dasar-dasar Perlindungan Tanaman, Pembibitan Tanaman Karet, dan Pengelolaan Tanaman Kopi, Kakao dan Teh.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dengan mengucap rasa syukur  
Kupersembahkan karya kecilku ini*

*Untuk :*

*Kedua Orang Tuaku*

*Faizal dan Maiyah yang selalu mendoakan keberhasilanku dan  
memberikan kasih sayang yang tiada terukur*

*Kakak dan adikku tercinta*

*Azka Faleh Romadon, Ulfa Aulia Winestri, dan Ixromi Destra*

*Sanak saudara, sahabat, dan teman seperjuangan yang senantiasa  
memberi semangat dan menemaniku dalam suka maupun duka.*

*Dan*

*Almamater Tercinta*

*UNIVERSITAS LAMPUNG*

*Life is hard  
It's harder if you're stupid  
"John Wayne"*

*Jadilah bunga yang memberikan keharuman  
bahkan kepada tangan yang telah menghancurkan  
"Ali bin Abi Thalib"*

*Berbuat baik dan bersabarlah di dunia  
maka kebaikan dan pahala tanpa batas akan menghampirimu  
"QS : Az – zumar : 10"*

*Jangan berharap orang lain akan membantumu  
Jika kamu tak peduli pada dirimu sendiri  
"Ayah"*

## SANWACANA

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

Skripsi dengan judul “Ketahanan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Transgenik NK603 terhadap Herbisida Glifosat” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Universitas Lampung.

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

1. Bapak Ir. Dad R. J. Sembodo, M.S., selaku pembimbing pertama atas ide penelitian, bimbingan, saran, serta kesabaran dalam memberikan bimbingannya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Prof. Dr. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku pembimbing kedua atas saran dan bimbingannya serta nasihat-nasihatnya dalam penyelesaian skripsi.
3. Bapak Dr. Hidayat Puji Siswanto, S.P M.P., selaku pembahas bukan pembimbing yang telah memberikan kritik dan sarannya dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Henrie Buchari, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan nasihat selama masa perkuliahan.

5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membantu administrasi skripsi.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi yang telah membantu dalam administrasi penyelesaian skripsi ini.
7. Orang tua tercinta, Bapak Faizal dan Ibu Maiyah, kakak dan adekku tersayang Azka F.R, Ulfa Aulia W. dan Ixromi Destra serta sanak keluarga yang selalu memberikan motivasi, semangat dan doa-doa.
8. Keluarga sepenelitian gulma Mbak Nana, Bang Dani, Bang Anang, Bang Agustinus, Mbak Aulia, Erni, Aji, Ivan, Irfan, Hendi, Umi, Ode, Arif dan Eko terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya yang luar biasa.
9. Para sahabat terdekat yakni Umi N., Listi, DRKT, Martil, Erisa, Gietha, Kronika, Widiw, Nenek, Apri, Utew, Dinda, Makdew, Dea, Reno, Abda, Sangga, Ayu, Nanda, dan Dwi yang telah memberi semangat tanpa batas pada penulis.
10. Teman – teman sejurusan Agroteknologi angkatan 2013 yang saya sayangi. Terimakasih atas kebersamaan dan dukungannya selama penulis kuliah di UNILA.

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

Bandar Lampung,  
Penulis,

**ENDAH KUSUMAYUNI**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xx</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Landasan teori .....	4
1.5 Kerangka Pemikiran .....	7
1.6 Hipotesis .....	8
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Tanaman Jagung .....	9
2.1.1 Morfologi Tanaman Jagung .....	9
2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung .....	10
2.1.3 Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung .....	10
2.1.4 Pemeliharaan Tanaman Jagung .....	12
2.2 Tanaman Tahan Glifosat .....	12
2.3 Dominansi Gulma dan Kerugiannya .....	17
2.4 Herbisida Glifosat .....	18
<b>III. BAHAN DAN METODE</b> .....	<b>22</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	22

3.2 Bahan dan Alat .....	22
3.3 Metode Penelitian .....	22
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	24
3.4.1 Pembuatan Petak Perlakuan .....	24
3.4.2 Penanaman .....	25
3.4.3 Pengairan .....	25
3.4.4 Pemupukan .....	25
3.4.5 Aplikasi Herbisida Glifosat .....	26
3.4.6 Penyiangan Mekanis .....	26
3.4.7. Pengamatan Gulma .....	26
3.5 Pengamatan .....	27
3.5.1 Tanaman Jagung .....	27
3.5.2 Gulma .....	29
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung .....	31
4.1.1 Tinggi Tanaman .....	31
4.1.2 Diameter Batang .....	32
4.1.3 Bobot Pipilan Kering pada Kadar Air 14 % .....	33
4.1.4 Bobot Seratus Butir Biji Kering.....	34
4.2 Fitotoksisitas Tanaman Jagung .....	34
4.3 Jenis dan Tingkat Dominansi Gulma ( <i>Summed Dominance Ratio</i> )..	35
4.4 Efikasi Herbisida Glifosat terhadap Gulma Total .....	37
4.5 Bobot Kering Gulma Pergolongan .....	38
4.5.1 Bobot Kering Gulma Golongan Daun Lebar .....	38
4.5.2 Bobot Kering Gulma Golongan Rumput .....	40
4.5.3 Bobot Kering Gulma Golongan Teki .....	42
4.6 Bobot Kering Gulma Dominan .....	43
4.6.1 Bobot Kering Gulma <i>Richardia brasiliensis</i> .....	43
4.6.2 Bobot Kering Gulma <i>Rottboelia exaltata</i> .....	45
4.6.3 Bobot Kering Gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....	46
4.6.4 Bobot kering Gulma <i>Amaranthus spinosus</i> .....	47

4.7 Rekomendasi .....	49
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
5.1 Simpulan .....	50
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>57</b>

**Tabel 16 - 77**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Susunan perlakuan ketahanan tanaman jagung transgenik dan efikasi glifosat terhadap gulma .....	23
2. Pengaruh aplikasi herbisida glifosat terhadap tinggi tanaman.....	31
3. Pengaruh aplikasi herbisida glifosat terhadap diameter batang .....	32
4. Pengaruh aplikasi herbisida glifosat terhadap bobot pipilan kering .....	33
5. Pengaruh aplikasi herbisida glifosat terhadap bobot 100 butir .....	34
6. Jenis dan tingkat dominansi gulma pada 3 MSA .....	36
7. Jenis dan tingkat dominansi gulma pada 6 MSA .....	37
8. Bobot kering gulma total akibat perlakuan herbisida glifosat .....	38
9. Bobot kering gulma daun lebar akibat perlakuan herbisida glifosat .....	40
10. Bobot kering rumput akibat perlakuan herbisida glifosat .....	41
11. Bobot kering teki akibat perlakuan herbisida glifosat .....	43
12. Bobot kering gulma <i>Richardia brasiliensis</i> akibat perlakuan herbisida glifosat .....	44
13. Bobot kering gulma <i>Rottboelia exaltata</i> akibat perlakuan herbisida glifosat .....	45
14. Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat perlakuan herbisida glifosat .....	46
15. Bobot kering gulma <i>Amaranthus spinosus</i> akibat perlakuan herbisida glifosat .....	48
16. Tinggi tanaman jagung pada 1 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	57



17. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada 1 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	57
18. Tinggi tanaman jagung pada 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	57
19. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	58
20. Diameter batang tanaman jagung pada 1 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	58
21. Analisis ragam diameter batang jagung pada 1 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	58
22. Diameter batang tanaman jagung pada 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	59
23. Analisis ragam diameter batang jagung pada 1 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	59
24. Bobot pipilan kering per petak akibat perlakuan herbisida glifosat.....	59
25. Analisis ragam bobot pipilan kering per petak akibat perlakuan herbisida glifosat .....	60
26. Bobot pipilan kering per hektar akibat perlakuan herbisida glifosat .....	60
27. Analisis ragam bobot pipilan kering per hektar akibat perlakuan herbisida glifosat .....	60
28. Bobot 100 butir akibat perlakuan herbisida glifosat .....	61
29. Analisis ragam bobot 100 butir akibat perlakuan herbisida glifosat .....	61
30. Bobot kering gulma total 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat ...	61
31. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma total 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	62
32. Analisis ragam bobot kering gulma total 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	62
33. Bobot kering gulma total 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat ...	62
34. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma total 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	63

35. Analisis ragam bobot kering gulma total 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	63
36. Bobot kering gulma daun lebar 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	63
37. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma daun lebar 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	64
38. Analisis ragam bobot kering gulma daun lebar 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	64
39. Bobot kering gulma daun lebar 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	64
40. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma daun lebar 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	65
41. Analisis ragam bobot kering gulma daun lebar 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	65
42. Bobot kering gulma rumput 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	65
43. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma rumput 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	66
44. Analisis ragam bobot kering gulma rumput 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	66
45. Bobot kering gulma rumput 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	66
46. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma rumput 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	67
47. Analisis ragam bobot kering gulma rumput 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	67
48. Bobot kering gulma teki 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat ...	67
49. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma teki 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	68
50. Analisis ragam bobot kering gulma teki 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	68

51. Bobot kering gulma teki 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	68
52. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma teki 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	69
53. Analisis ragam bobot kering gulma teki 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	69
54. Bobot kering gulma <i>Richardia brasiliensis</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	69
55. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma <i>Richardia brasiliensis</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	70
56. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Richardia brasiliensis</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	70
57. Bobot kering gulma <i>Richardia brasiliensis</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	70
58. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma <i>Richardia brasiliensis</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	71
59. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Richardia brasiliensis</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	71
60. Bobot kering gulma <i>Rottboelia exaltata</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	71
61. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma <i>Rottboelia exaltata</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	72
62. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Rottboelia exaltata</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	72
63. Bobot kering gulma <i>Rottboelia exaltata</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	72
64. Transformasi $(x+0,5)$ bobot kering gulma <i>Rottboelia exaltata</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	73
65. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Rottboelia exaltata</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	73
66. Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	73

67. Transformasi (x+0,5) bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	74
68. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	74
69. Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	74
70. Transformasi (x+0,5) bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	75
71. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	75
72. Bobot kering gulma <i>Amaranthus spinosus</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	75
73. Transformasi (x+0,5) bobot kering gulma <i>Amaranthus spinosus</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	76
74. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Amaranthus spinosus</i> 3 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	76
75. Bobot kering gulma <i>Amaranthus spinosus</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	76
76. Transformasi (x+0,5) bobot kering gulma <i>Amaranthus spinosus</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	77
77. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Amaranthus spinosus</i> 6 MSA akibat perlakuan herbisida glifosat .....	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman sensitif glifosat dan tanamana tahan glifosat .....	15
2. Struktur kimia glifosat .....	20
3. Tata letak percobaan .....	24
4. Bagan pengamatan sampel gulma dan sampel tanaman untuk pengukuran ketahanan tanaman jagung .....	27
5. Fitotoksisitas tanaman jagung 3 MSA .....	35
6. Gulma <i>Richardia brasiliensis</i> .....	44
7. Gulma <i>Rottboelia exaltata</i> .....	46
8. Gulma <i>Digitaria ciliaris</i> .....	47
9. Gulma <i>Amaranthus spinosus</i> .....	48
10. Pengamatan gulma 3 MSA .....	77
11. Pengamatan fitotoksisitas tanaman jagung 3 MSA .....	78

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tanaman jagung merupakan bahan pangan utama kedua setelah padi. Dibidang pangan jagung dimanfaatkan dalam berbagai bentuk olahan seperti bubur jagung, emping jagung, jagung bakar, susu jagung dan nasi jagung. Selain dibidang pangan, jagung banyak dimanfaatkan dibidang lainnya seperti bahan baku pakan, bahan dasar pembuatan kerajinan dan bahan baku pembuatan bioethanol (AAK, 1993). Banyaknya fungsi dari tanaman jagung menyebabkan permintaan jagung meningkat pesat setiap tahunnya.

Berdasarkan laporan Direktorat Pangan dan Pertanian Nasional tahun 2013, konsumsi nasional jagung pada tahun 2012 mencapai 20.292.000 ton, sedangkan produksi jagung dalam negeri hanya 19.377.030 ton. Untuk memenuhi kebutuhan jagung dalam negeri maka pemerintah Indonesia mengimpor jagung hingga 1.014.970 ton. Rendahnya produksi jagung disebabkan beberapa faktor yaitu serangan hama dan penyakit, kekurangan unsur hara, cara pengelolaan yang salah, persaingan gulma dan tanaman, dan keracunan tanaman. Faktor penting yang menurunkan produksi jagung secara signifikan yaitu persaingan gulma dan tanaman serta tingginya tingkat keracunan tanaman akibat pengendalian gulma.

Keracunan tanaman dapat terjadi karena gulma dikendalikan dengan menggunakan herbisida. Menurut Sembodo (2010), herbisida merupakan bahan kimia, ekstrak tumbuhan atau jasad renik yang dapat mengendalikan pertumbuhan gulma. Dalam mengendalikan gulma pada pertanaman jagung, salah satu herbisida yang biasa digunakan petani yaitu herbisida pasca tumbuh berbahan aktif glifosat.

Glifosat merupakan herbisida pasca tumbuh, non selektif dan sistemik. Herbisida pasca tumbuh merupakan herbisida yang diaplikasikan saat gulma sudah tumbuh. Herbisida non selektif berarti herbisida ini dapat meracuni beberapa jenis tumbuhan sehingga tanaman jagung berpotensi teracuni bersamaan dengan teracuninya gulma. Sedangkan herbisida sistemik merupakan herbisida yang memiliki sifat dapat ditranslokasikan keseluruh bagian tumbuhan. Herbisida glifosat mampu menghambat kerja enzim *5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase* (EPSPS) yang merupakan suatu enzim yang berperan dalam memproduksi asam amino aromatik untuk sintesis protein (Tomlin, 2010).

Tanaman transgenik tahan glifosat merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk menghindari terjadinya keracunan glifosat pada tanaman. Tanaman transgenik yang telah dikembangkan di dunia adalah tanaman tahan terhadap hama, tanaman tahan terhadap herbisida, tanaman tahan terhadap penyakit, tanaman tahan terhadap kekeringan dan tanaman dengan nilai nutrisi yang lebih baik dari sebelumnya (Karmana, 2009).

Tanaman tahan terhadap herbisida glifosat merupakan tanaman hasil rekayasa genetika yang disisipkan gen EPSPS yang diisolasi dari mutan *Agrobacterium tumefaciens* strain CP4. Tanaman tahan terhadap herbisida glifosat tidak mati ketika disemprot herbisida glifosat karena transgene EPSPS yang telah disisipkan tidak dapat diikat oleh glifosat sehingga EPSPS tetap memproduksi asam amino aromatik (fenilalanin, tirosin dan triptofan) dan tanaman tetap tumbuh (Duke dan Powles, 2008).

Petani yang menanam jagung tahan terhadap herbisida glifosat tidak perlu khawatir tanaman jagung akan teracuni selama pengaplikasian herbisida glifosat sesuai dengan dosis yang dianjurkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ketahanan tanaman jagung (*Zea mays* L.) NK603 transgenik terhadap glifosat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana ketahanan tanaman jagung transgenik terhadap herbisida glifosat?
2. Bagaimana efikasi herbisida glifosat dalam mengendalikan gulma pada budidaya tanaman jagung?



### **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui ketahanan tanaman jagung transgenik terhadap herbisida glifosat.
2. Untuk mengetahui efikasi glifosat dalam mengendalikan gulma pada budidaya tanaman jagung.

### **1.4 Landasan Teori**

Rendahnya produktivitas tanaman jagung salah satunya disebabkan adanya persaingan antara tanaman dengan gulma. Menurut Sembodo (2010), gulma merupakan tumbuhan yang keberadaannya merugikan manusia sehingga perlu dilakukan pengendalian. Kehadiran gulma dapat menyebabkan terjadinya penurunan produksi pada tanaman karena gulma dan tanaman saling berkompetisi dalam mencukupi kebutuhan hara, air, udara dan ruang tumbuh untuk tetap tumbuh dan berproduksi.

Tumbuhan dalam pertumbuhannya memiliki beberapa kebutuhan dasar yang harus terpenuhi untuk dapat tumbuh dan berproduksi. Kebutuhan dasar tumbuhan mencakup kelembaban udara, cahaya, curah hujan, unsur hara, air dan ruang tumbuh. Jika salah satu dari kebutuhan dasar tidak terpenuhi maka pertumbuhan tanaman abnormal (Endah dan Abidin, 2002).

Pengendalian gulma dilakukan untuk mengurangi kerugian ekonomi, salah satu pengendalian yang banyak digunakan petani adalah pengendalian secara kimiawi (Sembodo, 2010). Pengendalian kimiawi merupakan teknik pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida. Herbisida merupakan senyawa kimia yang dapat mematikan gulma dengan cepat dan efektif digunakan dalam skala luas (Lubis dan Widanarko, 2011).

Keuntungan dari penggunaan herbisida yaitu herbisida dapat mengendalikan gulma yang sulit disiangi pada lahan budidaya, herbisida mampu mengurangi terjadinya kerusakan pada akar tanaman, memudahkan dalam membasmi gulma berkayu serta lebih efektif membunuh gulma tahunan dan semak belukar (Sumarna, 2015).

Herbisida glifosat merupakan herbisida yang bersifat sistemik. Herbisida akan menyebar keseluruh bagian gulma dan merusak beberapa sistem sehingga pertumbuhan gulma akan terganggu dan menyebabkan kematian pada gulma. Herbisida ini bersifat non selektif yang bersifat racun untuk semua golongan gulma dan berpotensi untuk meracuni tanaman budidaya (Sembodo, 2010). Karena sifatnya yang non selektif maka perlu digunakan tanaman transgenik tahan terhadap herbisida glifosat agar tanaman tidak teracuni.

Tanaman tahan terhadap herbisida glifosat merupakan tanaman hasil rekayasa genetika yang disisipkan gen EPSPS dari mutan *A. Tumefaciens* strain CP4. Tanaman tahan herbisida glifosat tidak akan mati ketika disemprot herbisida

glifosat karena *transgene* EPSPS tidak dapat diikat oleh glifosat sehingga EPSPS tetap memproduksi asam amino aromatik (fenilalanin, tirosin dan triptofan) dan tanaman tetap tumbuh (Duke dan Powles, 2008).

Untuk mencegah terjadinya kerugian keanekaragaman hayati akibat budidaya tanaman transgenik di Indonesia maka diberlakukan Peraturan Pemerintah No. 21 tahun 2005 tentang keamanan hayati yang diberlakukan untuk PRG dari dalam dan luar negeri. Keamanan hayati terdiri dari 3 aspek yaitu keamanan pangan, pakan, dan lingkungan. PRG NK603 merupakan salah satu tanaman jagung transgenik yang telah mendapatkan sertifikat aman pakan, pangan, dan lingkungan sehingga penelitian ini dapat dilakukan.

Berdasarkan penelitian Girsang (2005), herbisida *isopropilamina glifosat* dengan dosis 1,5 l/ha dapat mengendalikan gulma *Cyrtococcum acrescens* dan *Imperata cylindrica*. Menurut Faqihhudin dkk. (2014), penggunaan herbisida glifosat untuk mengendalikan gulma pada budidaya tanaman jagung dapat berpengaruh pada pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Penggunaan herbisida dengan dosis 4 l/ha menghasilkan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, serta bobot tongkol dan biji tertinggi, sedangkan penggunaan herbisida diatas 4 l/ha hasil pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, serta bobot tongkol dan biji lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan herbisida glifosat dosis 4 l/ha.

## 1.5 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran disusun untuk memberikan penjelasan teoritis terhadap perumusan masalah yang disesuaikan dengan landasan teori. Tanaman jagung merupakan tanaman pokok dunia setelah padi dan gandum yang banyak dimanfaatkan dibidang pangan, pakan, dan industri. Banyaknya fungsi dari tanaman jagung menyebabkan permintaan jagung meningkat pesat tetapi produktivitas jagung masih rendah. Rendahnya produksi jagung disebabkan tingginya tingkat persaingan tanaman jagung dengan gulma dan tingginya tingkat keracunan tanaman akibat pengendalian gulma.

Keracunan tanaman dapat terjadi karena herbisida yang digunakan untuk mengendalikan gulma yaitu herbisida glifosat. Menurut Tomlin (2010), herbisida glifosat merupakan herbisida non selektif yang dapat meracuni beberapa jenis tumbuhan sehingga tanaman jagung berpotensi teracuni. Untuk menghindari keracunan pada tanaman jagung, dibutuhkan tanaman jagung transgenik tahan terhadap herbisida glifosat.

Tanaman transgenik merupakan suatu tanaman yang diciptakan untuk menanggulangi keracunan tanaman jagung pada saat pengendalian gulma. Jagung PRG NK603 merupakan salah satu tanaman transgenik yang mengandung gen penyandi EPSPS yang diisolasi dari bakteri tanah *A. tumefaciens* strain CP4. Transgene EPSPS dari bakteri *A. tumefaciens* yang telah disisipkan tidak dapat diikat oleh glifosat sehingga EPSPS tetap memproduksi asam amino aromatik dan tanaman tetap tumbuh (Duke dan Powles, 2008).

## 1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Tidak terjadi keracunan pada tanaman jagung transgenik terhadap herbisida glifosat.
2. Herbisida glifosat mampu mengendalikan gulma pada budidaya tanaman jagung transgenik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Jagung

Menurut Purwono dan Hartanto (2005), jagung termasuk kedalam kingdom *plantae*, divisi *spermatophyta*, sub divisi *angiospermae*, kelas *monocotyledone*, ordo *graminae*, famili *Zea* dan spesies *Zea mays* L. Menurut Suprpto dan Marzuki (2005), tanaman jagung merupakan tanaman pokok dunia setelah padi dan gandum yang berasal dari benua Amerika. Di Indonesia tanaman jagung merupakan tanaman yang dimanfaatkan sebagai makanan pokok, pakan ternak, dan bahan baku industri.

#### 2.1.1 Morfologi Tanaman Jagung

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman semusim yang terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan biji. Batang jagung tegak dan berbuku-buku, daun lurus memanjang dengan pertulangan daun sejajar dan memiliki perakaran serabut. Tanaman jagung memiliki bunga berumah satu tetapi letak bunga jantan dan betina berbeda, bunga jantan terletak diujung batang sedangkan bunga betina terletak dalam tongkol yang tumbuh dari buku diantara batang dan pelepah tanaman. Berdasarkan ciri – ciri diatas maka jagung dapat dikategorikan sebagai tanaman monokotil (Suprpto dan Marzuki, 2005).

Jagung merupakan tanaman yang terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah. Akar tanaman jagung berupa akar serabut. Batang tanaman jagung berbentuk silinder, tersusun atas 10 - 14 ruas. Daun jagung terdiri dari helaian daun dan pelepah daun yang tumbuh saling menyilang dari setiap ruas batang. Bunga tanaman jagung termasuk kedalam bunga berumah satu dengan letak yang berbeda, bunga jantan terletak di ujung batang sedangkan bunga betina terletak di ketiak daun, buah tanaman jagung berupa tongkol buah (AAK, 1993).

### **2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung**

Pertumbuhan tanaman dapat optimum jika syarat tumbuh tanaman terpenuhi. Syarat tumbuh tanaman jagung meliputi iklim sejuk dan dingin yang berada di 50<sup>0</sup> LU sampai 45<sup>0</sup> LS, ketinggian tempat 800 - 3000 meter di atas permukaan laut, suhu 23<sup>0</sup>C – 27<sup>0</sup>C, curah hujan merata, tanah yang mengandung hara yang cukup, pH tanah 5,5 – 7 serta porositas tanah cukup dan drainase baik (AAK, 1993).

### **2.1.3 Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung**

Menurut Pranasari dkk. (2012), tanaman jagung merupakan tanaman yang memiliki beberapa fase pertumbuhan yaitu:

1. Fase perkecambahan yaitu fase benih mengalami pembengkakan karena terjadinya imbibisi (penyerapan air). Perkecambahan yang baik akan terjadi pada 4-5 HST.

2. Fase pertumbuhan vegetatif yaitu fase mulai munculnya daun pertama hingga sebelum munculnya bunga betina.
3. Fase reproduktif yaitu fase pertumbuhan setelah munculnya bunga betina sampai masak fisiologis.

Menurut Subekti dkk. (2017), fase pertumbuhan vegetatif dan reproduktif tanaman jagung sebagai berikut:

- a) Fase V3-V5 yaitu fase jumlah daun jagung yang terbuka berjumlah 3 - 5 helai dan terjadi pada umur 10 - 18 hari setelah berkecambah (HSB).
- b) Fase V6-V10 yaitu fase jumlah daun jagung yang terbuka berjumlah 6-10 helai dan terjadi pada umur 18 - 35 HSB. Pada fase ini tanaman membutuhkan hara yang tinggi untuk menunjang perkembangan bunga jantan dan tongkol.
- c) Fase V11 - Vn yaitu fase jumlah daun jagung yang terbuka berjumlah 11 - lebih dari 15 helai dan terjadi pada umur 33 - 50 HSB.
- d) Fase *Tasseling* yaitu fase terjadi pemunculan cabang terakhir bunga jantan yang terjadi pada umur 45 - 52 hari atau 2 - 3 hari sebelum terjadinya pemunculan rambut tongkol.
- e) Fase R1 (*Silking*) yaitu fase penyerbukan. Polen yang menempel pada rambut tongkol membutuhkan waktu 24 jam untuk mencapai sel telur dan terjadi pembuahan. Rambut tongkol yang terbuahi pertumbuhannya akan terhenti, sedangkan rambut tongkol yang tidak terbuahi akan terus mengalami pemanjangan selama 2 - 3 hari.



- f) Fase R2 yaitu fase pengeringan rambut tongkol. Fase ini terjadi pada 10 - 14 hari setelah *silking* (HSS). Pada fase ini biji jagung mulai berkembang dengan kadar air menjadi 85%.
- g) Fase R3 yaitu fase terjadi perubahan warna biji jagung yang awalnya berwarna bening menjadi putih susu dan endosperm sudah terbentuk sempurna serta kadar air menjadi 80%. Fase ini terjadi pada 18 - 22 HSS.
- h) Fase R4 yaitu fase kadar air biji menjadi 70% dan terjadi pada 24 - 28 HSS.
- i) Fase R5 yaitu fase pengerasan biji terjadi pada 35 - 42 HSS. Kadar air turun hingga 55%.
- j) Fase R6 yaitu fase masak fisiologis pada biji terjadi pada 55 - 65 HSS. Pada fase ini kadar air turun hingga 30 - 35% dan biji siap dipanen.

#### **2.1.4 Pemeliharaan Tanaman Jagung**

Pembumbunan tanaman jagung dilakukan untuk mengumpulkan hara yang ada pada tanah bumbunan dan untuk memperkokoh perakaran sehingga dapat menjaga tegaknya batang. Pembumbunan juga dilakukan untuk memperbaiki drainase sehingga tanah disekitar tanaman jagung tidak tergenang (AAK, 1993).

#### **2.2 Tanaman Tahan Glifosat**

Ketahanan tanaman merupakan kemampuan tanaman untuk tetap tumbuh normal meski kondisi tidak mendukung. Ketahanan tanaman dapat terjadi karena genetik dapat juga karena buatan manusia. Ketahanan tanaman buatan merupakan

ketahanan yang diciptakan manusia salah satunya yaitu dengan mengintroduksi gen tertentu kedalam tubuh tanaman sehingga didapatkan tanaman dengan sifat yang diinginkan yang disebut dengan tanaman transgenik. Keuntungan penggunaan tanaman transgenik meningkatkan produksi, mengurangi penggunaan pestisida, menjadi media penetralisasi polusi lingkungan, meningkatkan kualitas bahan pangan, dan mencegah penyakit yang menyebar melalui bahan pangan (Karmana, 2009).

Beberapa jenis tanaman transgenik yang telah dikembangkan adalah tanaman tahan terhadap hama, tanaman tahan terhadap herbisida, tanaman tahan terhadap antibiotik, tanaman tahan terhadap kekeringan, tanaman dengan nilai nutrisi yang lebih baik dari sebelumnya, dan tanaman tahan terhadap penyakit (Karmana, 2009).

Tanaman transgenik yang paling banyak ditanam adalah tanaman tahan terhadap herbisida. Hal ini karena gen toleran herbisida dapat ditransplantasi bersamaan dengan gen lain sehingga dalam satu transformasi mendapatkan 2 sifat unggul, penanaman tanaman transgenik tahan terhadap herbisida dinilai lebih baik karena petani tidak perlu khawatir tanamannya akan teracuni saat dilakukan pengendalian gulma. Tanaman transgenik tahan terhadap herbisida memungkinkan untuk penggunaan herbisida yang mudah terdegradasi dan memungkinkan budidaya tanaman tanpa olah tanah (Haryono, 2006).

Tanaman tahan terhadap herbisida glifosat merupakan tanaman hasil rekayasa genetika dengan menyisipkan gen EPSPS dari mutan *A. tumefaciens* strain CP4 kemudian di transfer kedalam genom tanaman sehingga tanaman menjadi tahan terhadap herbisida glifosat. Tanaman tahan herbisida glifosat tidak akan mati ketika disemprot herbisida glifosat karena *transgene* EPSPS dari bakteri *A. tumefaciens* yang telah disisipkan tidak dapat diikat oleh glifosat sehingga EPSPS tetap memproduksi asam amino aromatik dan tanaman tetap tumbuh (Duke dan Powles, 2008).

Menurut Henuhili (2005), tahap perakitan tanaman transgenik tahan terhadap herbisida adalah sebagai berikut:

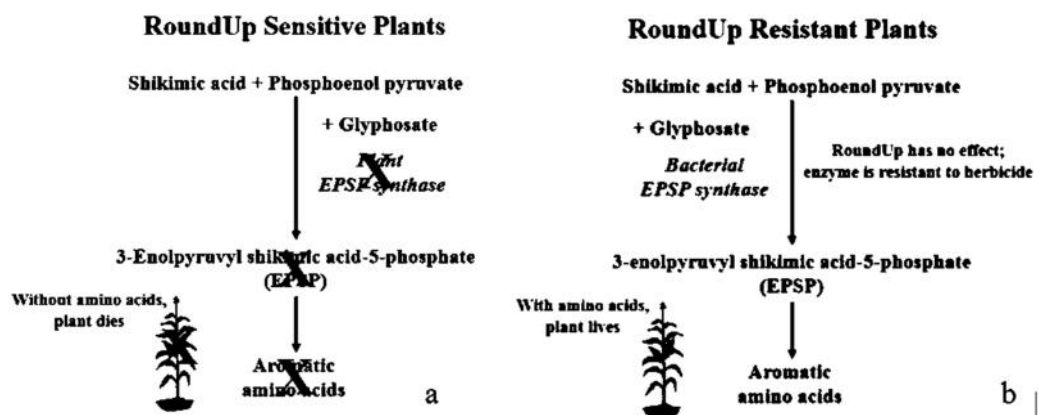
1. Dilakukan isolasi gen EPSPS dari Strain CP4 *A. tumefaciens*.
2. Dilakukan ligasi (pemasukan) DNA target kedalam vektor (Plasmid Ti) sehingga terbentuk DNA rekombinan.
3. Dilakukan Transformasi DNA rekombinan kedalam bakteri *A. tumefaciens* untuk memperbanyak kopi DNA rekombinan.
4. Dilakukan penyisipan DNA rekombinan ke dalam sel tanaman jagung.

Menurut Heap (2015), terjadinya ketahanan tumbuhan terhadap herbisida disebabkan beberapa faktor:

1. Terjadinya perubahan enzim target.
2. Tumbuhan memproduksi enzim target lebih banyak.
3. Peningkatan kemampuan tumbuhan untuk mendegradasi herbisida.
4. Herbisida tidak sampai tempat kerjanya (*Site of action*).

Menurut Bahagiawati (2014), beberapa tanaman tahan terhadap herbisida glifosat yang telah diperbanyak di dunia diantaranya yaitu jagung PRG X, jagung PRG Y, jagung PRG C7, jagung PRG MON 89034 X NK603, jagung PRG GA21, kedelai GTS 40-3-2, kedelai MON89788, kedelai MON89788, kanola, tomat, kentang, kpsd MON531/757/1076 dan kapas MON1445/1698.

Menurut Dogde (2004), tanaman tahan herbisida glifosat mampu mengubah struktur EPSPS, membuat glifosat tidak aktif dalam tanaman, atau memproduksi glifosat lebih banyak sehingga tanaman tahan glifosat tidak akan mati saat terpapar herbisida glifosat dan EPSPS tetap dapat memproduksi asam amino aromatik (Gambar 1b). Sementara itu, pada tanaman biasa aplikasi glifosat akan mengikat EPSPS sehingga proses pembentukan asam amino aromatik akan terganggu dan tanaman akan mati (Gambar 1a). Jagung PRG NK603 merupakan tanaman jagung yang mengandung gen EPSPS yang diisolasi dari bakteri tanah *A. tumefaciens* strain CP4 sehingga tanaman mampu membuat glifosat tidak aktif dalam tanaman sehingga glifosat tidak mampu mengikat EPSPS.



Gambar 1. Tanaman sensitif glifosat (a) dan tanaman tahan glifosat (b) (McClean, 2014)  
Jagung PRG NK603 dirakit dengan menembakkan partikel mikro. Berdasarkan pengujian gen interes CP4 EPSPS yang diintroduksi ke jagung PRG NK603 stabil pada enam generasi penyilangan dan tiga generasi penyerbukan sendiri. Jagung PRG NK603 tidak menyebabkan alergi pada tikus, sehingga produk yang mengandung CP4 EPSPS tidak menimbulkan alergi pada manusia (Harrison dkk., 1996).

Berdasarkan penelitian Erickson dkk. (2003), jagung PRG NK603 memiliki kandungan gizi yang sama dengan tanaman jagung hibrida varietas RX826, RX730 dan jagung DK626 yang digunakan sebagai pembandingan. Dalam penelitian penggemukan sapi yang dilakukan terlihat jelas bahwa program penggemukan sukses dan tidak terjadi keracunan pada sapi-sapi yang diuji.

Di Indonesia untuk mencegah terjadinya kerugian keanekaragaman hayati akibat tanaman transgenik maka diberlakukan Peraturan Pemerintah No. 21 tahun 2005 tentang keamanan hayati untuk PRG dari dalam dan luar negeri yang mencakup 3 aspek yaitu keamanan pangan, pakan, dan lingkungan. Keamanan hayati merupakan kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah kemungkinan timbulnya dampak yang merugikan dan membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan keanekaragaman hayati akibat proses produksi, penyiapan, penyimpanan, pengolahan, pengelolaan, peredaran, dan pemanfaatan produk PRG.

NK603 merupakan salah satu tanaman jagung transgenik yang telah melewati tahapan uji coba dan penelitian keamanan tanaman baik melalui uji lapangan maupun uji laboratorium sehingga telah mendapatkan sertifikat aman pakan, pangan, dan lingkungan dari pemerintah Indonesia. Dengan adanya sertifikat aman pakan, pangan dan lingkungan maka penelitian ini dapat dilanjutkan.

Berdasarkan keputusan kepala badan pengawasan obat dan makanan (BPOM) RI no HK 04.1.52.02.11.01384 tahun 2011 tentang izin peredaran pangan jagung transgenik menyatakan bahwa jagung transgenik PRG *event* NK603 aman untuk dikonsumsi. Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian RI no 4136/KPTS/SR.180/4/2013 tentang keamanan pakan PRG bahwa komoditas PRG NK603 dinyatakan aman pakan. Berdasarkan hasil analisis FUT (fasilitas uji terbatas) dan LUT (lapangan uji terbatas) tanaman jagung PRG NK603 telah mendapat sertifikat keamanan lingkungan pada tahun 2015 (Rahayu, 2015).

### **2.3 Dominansi Gulma dan Kerugiannya**

Menurut Sembodo (2010), gulma merupakan tumbuhan yang keberadaannya mengganggu kepentingan manusia sehingga manusia berusaha untuk mengendalikannya. Menurut Bilman (2001), gulma merupakan tumbuhan yang menyebabkan penurunan produksi jagung hingga 80%. Pengaruh kehadiran gulma terhadap tanaman dapat terjadi secara langsung sebagai kompetitor dan tidak langsung sebagai inang hama dan penyakit tanaman.

Berdasarkan penelitian Kastanja (2015), gulma yang mendominasi pertanaman jagung adalah *Alternanthera brasiliensis*, *Cleome rutidosperma*, *Cyperus brevifolius*, *Cyperus difformis* L., *Cyperus iria*, *Echinochloa colona*, *Eleusine indica*, *Imperata cylindrica*, *Mikania micrantha*, *Murdania nudiflora*, *Panicum repens*, *Paspalum conjugatum*, *Physalis angulata*, *Portulaca oleraceae*, *Hydrotis corymbosa* L., dan *Amaranthus spinosus*.

Kerugian yang disebabkan gulma pada tanaman pokok yakni penurunan hasil hingga 71% dimusim penghujan dan 13% dimusim kemarau. Pada musim penghujan gulma tumbuh dengan subur, dalam 3 bulan bobot kering gulma mencapai 500 g/m<sup>2</sup> pada musim kemarau 80 g/m<sup>2</sup> (Moenandir, 1993).

Tingginya tingkat kerugian yang disebabkan gulma menyebabkan petani berusaha untuk mengendalikannya.

Pengendalian gulma yang banyak diminati petani yaitu pengendalian kimiawi dengan menggunakan herbisida karena dinilai menghemat biaya, tenaga kerja, dan waktu (Kastanja, 2015). Penggunaan herbisida juga dilakukan untuk mengurangi tingkat kerusakan pada akar tanaman. Perakaran tanaman yang masih terlalu muda belum terlalu kuat untuk mencengkram tanah sehingga penggunaan peralatan mekanis dapat mengakibatkan perakaran terpotong dan tanaman menjadi tumbang (AAK, 1993).

## 2.4 Herbisida Glifosat

Herbisida adalah bahan kimia, ekstrak tumbuhan, atau jasad renik yang dapat mengendalikan pertumbuhan tumbuhan. Herbisida mampu mempengaruhi satu atau lebih proses-proses metabolisme dalam tumbuhan seperti pembelahan sel, perkembangan jaringan, pembentukan klorofil, fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen, aktifitas enzim dan sebagainya yang sangat diperlukan tumbuhan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Sembodo, 2010).

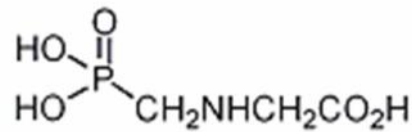
Herbisida yang banyak digunakan untuk mengendalikan gulma dipertanaman jagung yaitu herbisida berbahan aktif glifosat yang bersifat mudah ditranslokasikan keseluruh jaringan tumbuhan sehingga dapat mematikan seluruh bagian tumbuhan termasuk akar. Herbisida ini bersifat non selektif yaitu dapat mengendalikan gulma dari semua golongan. Formulasi herbisida glifosat adalah *aqua solution* yang berbentuk pekatan berwarna kuning kecoklatan (Girsang, 2005).

Herbisida glifosat merupakan herbisida yang berbahan aktif asam organik lemah yang tersusun dari bagian *glycine* dan *phosponomethyl* dengan BM 169,09 g/mol dengan nama kimia N- *Phosponomethyl glycine* dan rumus kimia  $C_3H_8NO_5P$ .

Mekanisme kerja herbisida glifosat dengan menghambat aktifitas enzim EPSPS yang berperan dalam sintesis asam amino triptofan, tirosin, dan fenilalanin.

Sehingga timbul gejala keracunan seperti gejala klorosis pada daun muda dan titik tumbuh diikuti dengan terjadinya nekrosis pada 4 – 7 HSA atau terjadi pelipat gandaan jumlah tunas (Wijaya dan Nusyirwan, 2006).





Gambar 2. Struktur kimia glifosat (Tomlin, 2010)

Herbisida glifosat diklaim sebagai herbisida sepanjang masa karena kemampuannya membunuh semua tumbuhan sepanjang musim, resistensi yang rendah, serta satu – satunya molekul yang efektif menghambat EPSPS. Setelah 9 tahun pemakaian herbisida glifosat di Amerika Serikat ditemukan 2 gulma resisten jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah gulma resisten dengan penggunaan herbisida *Imazethapy* (Duke dan Powles, 2008).

Glifosat digunakan untuk mengendalikan rumput semusim dan musiman serta gulma daun lebar dengan dosis formulasi 1,5 - 2 kg/ha atau setara 4 – 5 l/ha kalium glifosat 440 SL yang diaplikasikan pasca tumbuh. Glifosat mampu mengendalikan gulma merambat dengan dosis formulasi 4,3 kg/ha atau setara 10 l/ha kalium glifosat 440 SL. Sementara itu, untuk mengendalikan gulma air digunakan glifosat dengan dosis formulasi 2 kg/ha atau setara 4 l/ha kalium glifosat 440 SL (Tomlin, 2010).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium menggunakan hewan uji (tikus), daya racun (LD<sub>50</sub>) herbisida glifosat 5 g/kg yang artinya 1 kg bobot tikus akan mati jika diaplikasikan 5 g glifosat. Berdasarkan data LD<sub>50</sub> di atas, kelas bahaya glifosat menurut WHO termasuk kedalam pestisida/herbisida yang tingkat bahayanya rendah apabila penggunaannya sesuai dengan petunjuk (Duke dan Powles, 2013).

Berdasarkan penelitian Widiatmaka dkk. (2006), herbisida glifosat termasuk herbisida yang tingkat residu dalam tanah akan menurun seiring bertambahnya kedalaman tanah dan waktu pengamatan setelah aplikasi. Penurunan konsentrasi residu glifosat terjadi secara cepat pada kurun waktu 1 - 2 HSA, sedangkan 3 - 21 HSA penurunan residu terjadi secara lambat, kemudian 28 HSA residu glifosat dalam tanah tidak terukur lagi. Penurunan residu akan terjadi sangat cepat apabila terjadi hujan deras, semakin tinggi curah hujan maka akan semakin cepat glifosat menghilang dari tanah.

Intensitas cahaya dan suhu yang tinggi dapat meningkatkan kinerja herbisida glifosat. Meningkatnya intensitas cahaya dan suhu maka penyerapan herbisida oleh tumbuhan akan lebih cepat, akumulasi dan translokasi herbisida juga cepat sehingga tingkat kematian tumbuhan menjadi tinggi. Intensitas cahaya sub – optimal mengakibatkan penurunan penyerapan tumbuhan terhadap glifosat sehingga penggunaan herbisida menjadi kurang efektif (Tani dkk., 2015).

Glifosat yang disemprotkan pada gulma melalui daun aktif akan ditranslokasikan keseluruh bagian tumbuhan secara simplastik melalui jaringan hidup dengan pembuluh utama floem. Glifosat akan menyebar keseluruh bagian gulma dalam kurun waktu 5 hari (120 jam) dan akan menghambat proses metabolisme dan sintesis protein dengan menghentikan penggabungan asam amino aromatik (fenilalanin, triptofan dan tirosin) (Taufiq, 2003). Dengan terhambatnya proses metabolisme dan sintesis protein dalam tubuh gulma maka pertumbuhan gulma akan terganggu dan dapat mengakibatkan gulma mati.

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada tanah Ultisol dan di Laboratorium Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Maret hingga Juni 2017.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan adalah benih jagung PRG NK603, pupuk majemuk (Phonska), urea, air, herbisida berbahan aktif glifosat (Powermax 660 SL), kantong plastik, patok bambu, dan kantong kertas. Alat-alat yang digunakan adalah *knapsack sprayer* merk Matabi dengan nosel T-jet, timbangan digital, gelas ukur, ember dengan volume 3 L, *rubber bulb*, oven, sabit, meteran, kuadran besi ukuran 0,5 x 0,5 m, dan cangkul.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini disusun dalam metode rancangan acak kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan (Tabel 1) dan 4 ulangan. Perlakuan tersebut terdiri dari perlakuan herbisida glifosat, penyiangan mekanis, dan kontrol (tanpa penyiangan).

Pengelompokkan ditetapkan berdasarkan keseragaman gulma yang ada di petak percobaan.

Herbisida yang diuji adalah herbisida berbahan aktif glifosat dengan 4 tingkatan dosis yang diaplikasikan pada 35 HST. Untuk mengetahui pengaruh aplikasi herbisida glifosat terhadap tanaman jagung digunakan perlakuan penyiangan mekanis sebagai pembanding. Untuk mengetahui pengaruh herbisida glifosat terhadap pertumbuhan gulma, maka data pengamatan dibandingkan dengan kontrol. Susunan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan perlakuan ketahanan tanaman jagung transgenik NK603 terhadap aplikasi herbisida glifosat

No.	Perlakuan	Dosis Bahan Aktif Glifosat (g/ha)	Dosis Formulasi (l/ha)
1	Glifosat	660	1
2	Glifosat	1320	2
3	Glifosat	1980	3
4	Glifosat	2640	4
5	Penyiangan Mekanis	0	0
6	Kontrol	0	0

Untuk menguji homogenitas ragam data digunakan uji Bartlett dan additivitas data diuji dengan menggunakan uji Tukey. Jika asumsi tersebut terpenuhi, maka data dianalisis dengan sidik ragam dan untuk menguji perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

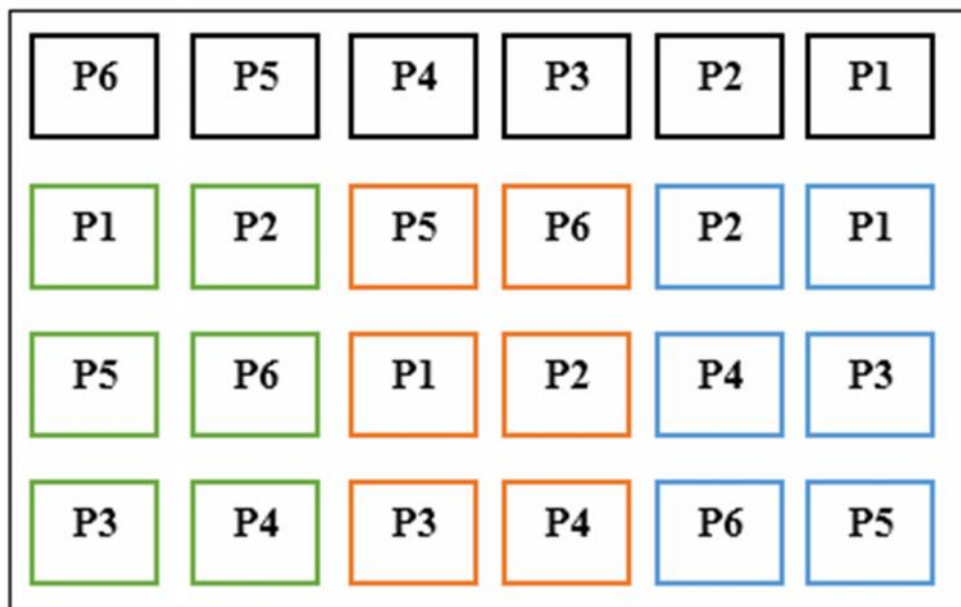
### 3.4 Pelaksanakan Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan petak perlakuan

Lahan percobaan dibersihkan dari gulma dan diolah tanah menggunakan cangkul.

Lahan yang telah diolah dibuat petak-petak percobaan sebanyak 24 petak dengan ukuran setiap petak 2 x 1,5. Jarak tanam yang digunakan yaitu 25 x 75 cm sehingga terdapat 5 tanaman jagung pada setiap petak berukuran 3 m<sup>2</sup>.

Tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Tata letak percobaan

Keterangan:

P1: Glifosat 660 g/ha  
 P2: Glifosat 1320 g/ha  
 P3: Glifosat 1980 g/ha  
 P4: Glifosat 2640 g/ha  
 P5: Penyiangan Mekanis  
 P6: Kontrol

□ Ulangan 1  
 □ Ulangan 2  
 □ Ulangan 3  
 □ Ulangan 4

### **3.4.2 Penanaman**

Penanaman benih jagung dilakukan setelah dilakukan olah tanah. Penanaman dilakukan dengan menugal tanah sedalam 3 - 5 cm. Benih jagung dimasukkan kedalam setiap lubang tanam dengan jarak tanam 25 x 75 cm sehingga terdapat 5 tanaman jagung pada setiap petak berukuran 3 m<sup>2</sup>.

### **3.4.3 Pengairan**

Pengairan dilakukan untuk menjaga kelembaban tanah dan menyediakan air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman. Pengairan dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman, pada saat musim kemarau pengairan dilakukan 2 kali yaitu pada pagi dan sore hari, pengairan dilakukan hingga tanaman berumur 15 hari setelah tanam (HST).

### **3.4.4 Pemupukan**

Pupuk merupakan hara penting yang dibutuhkan tanaman untuk menunjang pertumbuhannya. Pemupukan dilakukan dengan mengaplikasikan pupuk tunggal Phonska dan pupuk Urea. Pupuk Phonska dengan dosis 300 kg/ha atau 0,84 kg/petak percobaan diaplikasikan sebelum penanaman jagung. Pupuk urea diaplikasikan pada 1 bulan setelah tanam. Dosis urea yang digunakan yaitu 100 kg/ha atau 0,28 kg/petak percobaan.

#### **3.4.5 Aplikasi herbisida glifosat**

Herbisida glifosat diaplikasikan pada petak percobaan sebanyak 1 kali yaitu pada saat tanaman jagung berumur 35 HST, pengaplikasian herbisida dilakukan berdasarkan dosis yang telah ditentukan (Tabel 1). Kalibrasi sprayer dilakukan sebelum herbisida diaplikasikan, tujuannya untuk menentukan volume semprot *sprayer*. Volume semprot yang digunakan adalah 500 l/ha.

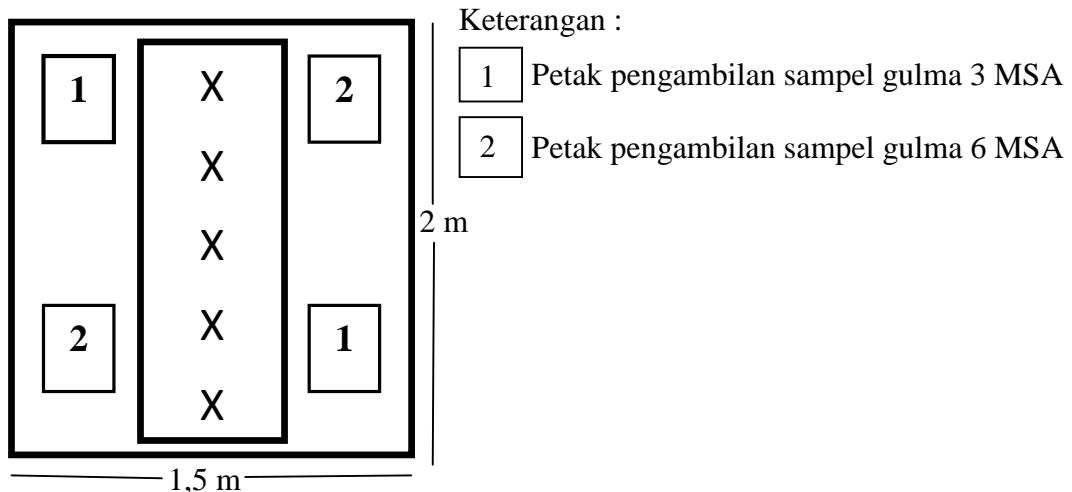
#### **3.4.6 Penyiangan Mekanis**

Penyiangan mekanis dilakukan pada petak percobaan sebanyak 2 kali yaitu pada saat tanaman jagung berumur 35 HST (0 MSA) dan 56 HST (3 MSA).

Penyiangan mekanis berfungsi sebagai perlakuan pembanding. Penyiangan mekanis yaitu membersihkan gulma pada petak percobaan dengan menggunakan cangkul atau koret.

#### **3.4.7 Pengamatan Gulma**

Pengambilan sampel gulma dilakukan untuk menentukan dan menganalisis efikasi herbisida dengan cara memotong gulma tepat di atas permukaan tanah. Metode pengambilan gulma dilakukan pada petak yang ditentukan (Gambar 4) dengan menggunakan kuadran ukuran 50 x 50 cm secara silang, sehingga diharapkan sampel gulma yang diambil mewakili kondisi gulma yang sebenarnya. Metode pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada 3 dan 6 MSA.



Gambar 4. Bagan pengambilan sampel gulma dan sampel tanaman untuk pengukuran ketahanan tanaman jagung

### 3.5 Pengamatan

#### 3.5.1 Tanaman Jagung

##### 1. Data persen keracunan (Fitotoksitas)

Pengamatan tingkat keracunan jagung akibat aplikasi herbisida glifosat dilakukan secara visual menggunakan metode penilaian berupa persentase keracunan pada petak percobaan (gambar 4). Pengamatan dilakukan pada 1, 2 dan 3 MSA serta dibandingkan dengan tanaman pada pengendalian mekanis. Pengamatan tingkat keracunan jagung disesuaikan dengan aturan Direktorat Pupuk dan Pestisida (2012) dalam metode standar pengujian efikasi herbisida sebagai berikut:

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 0 = Tanpa keracunan  | = 0-5% bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tidak normal   |
| 1 = Keracunan ringan | = >5-20% bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tidak normal |



- 2 = Keracunan sedang = >20-50% bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tidak normal
- 3 = Keracunan berat = >50-75% bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tidak normal
- 4 = Keracunan sangat berat = >75% bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tidak normal sampai mati.

## ***2. Tinggi tanaman***

Pengamatan tinggi tanaman jagung dilakukan pada umur 1 dan 3 MSA.

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman mulai dari pangkal batang sampai ujung daun teratas. Satuan panjang yang digunakan dalam mengukur tinggi tanaman jagung yaitu sentimeter (cm). Pengamatan dilakukan terhadap semua tanaman dalam setiap petak (Gambar 4).

## ***3. Diameter batang***

Pengamatan diameter batang jagung dilakukan pada umur 1 dan 3 MSA.

Pengamatan diameter batang dilakukan dengan mengukur diameter batang pada 5 cm di atas permukaan tanah dengan menggunakan jangka sorong. Satuan keliling yang digunakan dalam pengukuran diameter batang yaitu cm. Pengamatan dilakukan terhadap semua tanaman dalam setiap petak (Gambar 4).

#### **4. *Bobot biji kering per petak***

Pengamatan bobot pipilan kering per petak dilakukan dengan menimbang pipilan jagung per petak yang telah dipanen dari petak percobaan. Satuan berat yang digunakan dalam pengukuran bobot pipilan kering adalah gram (g). Jagung yang telah ditimbang dikonversi pada kadar air 14% dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Bobot pipilan sampel 14 \%} = \frac{100 - \text{KA terukur}}{100 - 14} \times \text{Bobot pipilan terukur}$$

#### **5. *Bobot seratus butir biji kering***

Pengamatan bobot seratus butir biji dilakukan dengan memisahkan 100 butir biji kering yang diambil secara acar dan kemudian ditimbang. Satuan yang digunakan untuk mengukur bobot 100 butir biji yaitu gram (g).

### **3.5.2 *Gulma***

#### **1. *Bobot kering gulma total, per golongan, dan dominan***

Pengamatan bobot kering gulma dilakukan dengan cara memotong gulma tepat di atas permukaan tanah pada petak contoh seluas 0,5 x 0,5 m (Gambar 4), kemudian gulma dikelompokkan sesuai jenisnya. Gulma yang telah dikelompokkan selanjutnya dioven selama 48 jam dengan suhu 80°C hingga mencapai bobot kering konstan dan kemudian ditimbang.

Bobot kering gulma yang diamati adalah bobot gulma total, bobot gulma per golongan, dan bobot gulma dominan. Bobot kering yang didapat akan dianalisis secara statistika, dari hasil pengolahan data tersebut akan diperoleh kesimpulan mengenai keberhasilan efikasi herbisida yang digunakan.

## 2. *Summed dominance ratio (SDR)*

Nilai SDR diperoleh dengan analisis vegetasi metode kuadrat menggunakan kuadran berukuran 0,5 x 0,5 m (Gambar 4). Nilai SDR ini akan digunakan untuk menentukan urutan gulma dominan yang ada di lahan pertanaman jagung. Nilai SDR dapat dicari setelah didapat nilai bobot kering gulma. Menurut Sembodo (2010), nilai SDR untuk masing-masing spesies gulma pada petak percobaan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

- a. Dominan Mutlak (DM)  
Bobot kering jenis gulma tertentu dalam petak contoh.
- b. Dominansi Nisbi  

$$\text{Dominansi Nisbi} = \frac{\text{DM satu spesies}}{\text{DM Semua Spesies}} \times 100 \%$$
- c. Frekuensi Mutlak (FM)  
Jumlah kemunculan gulma tertentu pada setiap ulangan.
- d. Frekuensi Nisbi (FN)  

$$\text{Frekuensi nisbi (FN)} = \frac{\text{FM Jenis Gulma Tertentu}}{\text{total FM Semua Jenis Gulma}} \times 100 \%$$
- e. Nilai Penting  
Jumlah nilai peubah Nisbi yang digunakan (DN + FN)
- f. *Summed Dominance Ratio (SDR)*  

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

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Herbisida glifosat dosis 660 – 2640 g/ha tidak menghambat pertumbuhan tanaman jagung transgenik NK603.
2. Herbisida glifosat dosis 660 – 2640 g/ha tidak menurunkan produksi tanaman jagung transgenik NK603.
3. Herbisida glifosat dosis 660 – 2640 g/ha tidak menimbulkan keracunan pada tanaman jagung transgenik NK603.
4. Herbisida glifosat mampu mengendalikan gulma total, gulma golongan daun lebar, gulma dolongan rumput, dan gulma dominan *R. brasiliensis*, *R. exaltata*, *D.ciliaris*, dan *A. spinosus* hingga 6 MSA.

### 1.2 Saran

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan tidak terjadi keracunan pada pertumbuhan dan produksi jagung PRG NK603 hingga dosis 4 l/ha, sehingga penelitian ini perlu dilanjutkan dengan dosis lebih tinggi yang bertujuan untuk melihat tingkat ketahanan tanaman jagung PRG NK603 terhadap aplikasi glifosat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Hasanuddin dan Manfarizah. 2012. Aplikasi Beberapa Dosis Glifosat dan Paraquat pada Sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) Serta Pengaruhnya Terhadap Sifat Kimia Tanah, Karakteristik Gulma dan Hasil Kedelai. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. *Jurnal Agrista* 16 (3) :135 - 145.
- AAK. 1993. *Teknik Bercocok Tanam Jagung*. Kanisius. Jakarta. 140 Hal.
- Bahagiawati. 2014. Pemuliaan Tanaman Dengan Teknologi Rekayasa Genetik dan Potensi Pemanfaatannya di Indonesia. Balai Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Pemuliaan Indonesia (PERIPI)*. Hal 139 – 145.
- Bilman. 2001. Analisis Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharat*) Pergeseran Komposisi Gulma Pada Beberapa Jarak Tanam. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. *Jurnal ilmu-ilmu pertanian Indonesia* 3 (1) : 25 - 30.
- BPOM. 2011. *Keputusan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia Tentang Izin Peredaran Pangan Komoditas Jagung PRG Event NK603*. Kepala BPOM RI.
- Caesar, T., E. Purba, dan N. Rahmawati. 2012. Uji Efikasi Herbisida Glifosat Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Jagung Produk Rekayasa Genetika. Fakultas Pertanian USU. Medan. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1 (1) : 212 – 219.
- Direktorat Pangan dan Pertanian Nasional. 2013. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan dan Pertanian 2015 -2019*. Direktorat Pangan dan Pertanian. Jakarta Pusat. Hal 110 – 117.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2012. *Metode Standar Pengujian Efikasi Herbisida*. Jakarta: Direktorat Sarana dan Prasarana Pertanian. 229 hlm.
- Dogde, A. D. 2004. *Herbicide and Plant Metabolism*. Cambridge University Press. New york.

- Duke, S. O. Dan S. B. Powles. 2008. Mini – Riview Glyphosate: a Once – in – a – Century Herbicide. Society of Chemical Industry. University MS USA. *Pest Management Science* 64 : 319 – 325.
- Endah, J. dan Z. Abidin. 2002. *Membuat Tanaman Buah Kombinasi*. PT Agromedia Pustaka. Depok. 70 Hal.
- Erickson, G., N. D. Robbins., J. J. Simon, L. L. Berger, dan T. Klopfontien. 2003. Effect of Feeding Glyphosate-Tolerant (Roundup Ready Event GA21 or NK603) Corn Compared with Reference Hybrids on Feedlot Steer Performance and Carcass Characteristics. University of Nebraska. Lincoln. *Faculty Papers and Publications in Animal Science* 2600 - 2608.
- Faqihuddin, M. D., Haryadi, dan H. Purnawati. 2014. Penggunaan Herbisida IPA-Glifosat terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Residu pada Jagung. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor. *Jurnal ilmu pertanian* 17 (1) : 1 - 12.
- Girsang, W. 2005. Pengaruh Tingkat Dosis Herbisida Isopropilamina glifosat dan Selang Waktu Terjadinya Pencucian Setelah Aplikasi Terhadap Efektivitas Pengendalian Gulma Pada Perkebunan Karet (*Hevea brasiliensis*) TBM. *Jurnal penelitian bidang ilmu pertanian* 3(2) : 31 - 36.
- Harrison, L. A., M. R. Bailey., M. W. Naylor., J. E. Ream., B. G. Hammond., D. L. Nida., B. L. Burnette., T.E. Nickson., T. A. Mitsky., M. L. Taylor., R. L. Fuchs, dan S. R. Padgette. 1996. The Expressed Protein in Glyphosate-Tolerant Soybean, 5-Enolpyruvylshikimate-3-phosphate Synthase From *Agrobacterium* sp. Strain CP4, Is Rapidly Digested In Vitro and Is Not Toxic to Acutely Gavage Mice. Monsanto Company. *Jurnal of Nutrition* 126 (3) : 728 - 240.
- Haryono, G. 2006. Rekayasa Genetik di Bidang Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Tidar. Magelang. *Jurnal* 22 (1) : 17 - 22.
- Hasanuddin. 2013. Aplikasi Beberapa Dosis Herbisida Campuran Atrazin dan Mesotrion pada Tanaman Jagung: I. Karakter Gulma. Banda Aceh. *Jurnal Agrista* 17 (1) : 36 – 41.
- Heap, I. 2015. Herbicide Resistant Weeds A Global Perspective Crop Pest Management Short Course. Director of the Internasional Survey of Herbicide-Resistant Weeds Corvallis. USA. *Proceeding of the 2015 Crop Pest Management Shortcourse & Minnesota Crop Production Retailers Association Trade Show*.
- Henuhili V. 2005. Tanaman Transgenik dan Pemenuhan Kebutuhan Pangan. Jurdik Biologi, FMIPA UNY. Yogyakarta. *Prossiding Seminar Nasional Pendidikan, Penelitian dan Penerapan MIPA* 150 - 156.

- Karmana, I. Y. 2009. Adopsi Tanaman Transgenik dan Beberapa Aspek Pertimbangannya. FPMIPA IKIP. Mataram. *Jurnal Gane Swara* 3 (2) : 12 - 21.
- Kastanja, A. Y. 2015. Jenis dan Dominansi Gulma Pada Lahan Jagung Manis (Studi Kasus di Kecamatan Tobelo). Politeknik Perdamaian Halmahera. Tobelo. *Jurnal Agroforestri* 10 (1) : 66 - 72.
- Kepmenper. 2013. *Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Tentang Keamanan Pakan Jagung PRG NK 603*. Menteri Pertanian. Nomor 4136/Kpts/SR.180/4.2013.
- Labrada, R., J. C Caseley, dan C.Parker. 1994. *Weed Management For Developing Countries*. Italia. Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Lubis, R. E., dan A. Widanarko. 2011. *Buku Pintar Kelapa Sawit*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan. 296 Hal.
- Lumbantoruan J. E., Meiriani, dan L.A.P Putri. 2015. Pertumbuhan dan Produksi Jagung Genotif PRG C7, Varietas C7 dan DK979 dengan Metode Meracuni Gulma yang berbeda. Medan. *Jurnal Online Agroteknologi* 3 (2) : 613 – 617.
- Madauna, I. S. 2009. Kajian Pupuk Organik Cair Lengkap Dosis Rendah pada Sistem Budidaya Tanpa Olah Tanah Terhadap Pertumbuhan Gulma dan Hasil Jagung. Sulawesi Tengah. *Jurnal Agroland* 16 (1) : 24 - 32.
- McClearn, P. 2016. Biotechnology: Principles, Applications, and Social Implications. From Protein to Product. The techniques used by the the biotechnology industry to modify genes and introduce them into transgenic organisms. Power Point. Departement of Plant Science. North Dakota State University. USA. [www.google.com/amp/slideplayer.com/amp/9279353/](http://www.google.com/amp/slideplayer.com/amp/9279353/). Diakses 23 November 2016.
- Moenandir, J. 1993. *Persaingan Tanaman Budidaya dengan Gulma*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 102 Hal.
- Moenandir J. 2010. *Ilmu Gulma*. Universitas Brawijaya Press. Malang. 162 hal.
- Nurlaha, A. Setiana, dan N. S. Asminaya. 2014. Identifikasi Jenis Hijauan Makanan Ternak di Lahan Persawahan Desa Babakan Kecamatan Dramaga Kabupaten Bogor. Bogor. *Jitro* 1 (1) 54 – 62.
- Pranasari R.A., T. Nurhidayati, dan K. I. Purwani. 2012. Persaingan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Rumput Teki (*Cyperus rotundus*) pada Pengaruh Cekaman Garam (NaCl). Institut Teknologi Sepuluh November. *Jurnal sains dan Seni ITS* 1 (1) : 54 - 57.

- Purwono dan R. Hartono. 2005. *Bertanam Jagung Unggul*. Niaga Swadaya. Jakarta. 69 Hal.
- PP. 2005. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 tahun 2005 Tentang Keamanan Hayati Produk Rekayasa Genetik*. Presiden Republik Indonesia.
- Rahayu, T. 2015. *This Report Countains Assessment of Commodity and Trade Issues Made by USDA Staff and Necessary Tatements iof Official U.S. Government Policy*. Agricultural Biotechnology Annual. Indonesia.
- Sembodo, D. R. J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Bandar Lampung. 166 Hal.
- Short D. E. 1981. Phuyotoxicity of Pesticide to Plants. Gainesville. *Jurnal Extention Entomologist* 5 (3) : 4 - 5.
- Simanjuntak N.S., E. Purba, dan J. Gisting. 2014. Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*zea mays* l.) pada Berbagai Metode Pengendalian Gulma. Medan. *Jurnal Online Agroteknologi* 1 (3): 1056 - 1064 .
- Soerjani, M., A. J. G. H. Koestermans, dan G. Tjitrosoepomo. 1986. *Weeds of Rice in Indonesia*. Balai Pustaka. Jakarta Pusat. 732 hal.
- Subekti, N. A., Syafruddin, R. Efendi, dan S. Sunarti. 2017. *Fase Perkecambahan Tanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Sumarna, Y. 2015. *Budidaya dan Bisnis Kayu Jati*. Penebar Swadaya. Jakarta Timur. 212 Hal.
- Suprpto dan H.A.R. Marzuki. 2005. *Bertanam Jagung*. Penebar Swadaya. Bogor. 59 Hal.
- Suryaningsih, M. Joni dan A. A. K. Darmadi. Inventarisasi Gulma pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Lahan Sawah Kelurahan Padang Galak, Denpasar Timur, Kodya Denpasar, Provinsi Bali. Bali. *Jurnal Simbiosis* 1 (1) : 1 – 8.
- Tani, E., D. Chachalis, I. S. Travlos, dan D. Bilalis. 2015. Environmental Conditions Influence Induction of Key ABC-Transporter Genes Affecting Glyphosate Resistance Mechanism in *Conyza canadensis*. Departement of Crop Science. Athens. *Internasional Jurnal of Molecular Sciences* 17 (342) : 1 - 11.
- Taufiq, D. Studi Efektifitas Glifosat 480 g/l pada Beberapa Taraf Dosis Terhadap Pengendalian Gulma Alang – alang (*Imperata cylendrica* (L.) Beauv.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Intstitut Pertanian Bogor.



- Tomlin, C. D. S. 2010. *The Pesticida Manual Elevent Edition*. The British Crop Protection Council. UK. Page 646 – 649.
- Widiatmaka, N.H. Darlan, Y. Hidayat, dan G. Djajakirana. 2014. Sifat-Sifat dan Konsentrasi Herbisida Glifosat pada Beberapa Kedalaman dan Waktu Setelah Aplikasi pada Tanah Latosol dari darmaga Bogor. *Prosiding Seminar Nasional Pengarusutamaan Lingkungan dalam Pengelolaan Sumberdaya Alam: Tantangan dalam Pembangunan Nasional*. Hal 147 - 158
- Wahyudin, A. Ruminta, dan S. A. Nursaripah. 2016. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Za mays L.*) Toleran Herbisida Akibat Pemberian Berbagai Dosis Herbisida Kalium Glifosat. Jawa Barat. *Jurnal Kultivasi* 15 (2) : 86 - 91.
- Wijaya, E. dan Nusyirwan. 2006. *Pengendalian Gulma dengan Herbisida Glifosat dan Metil Metsulfuron Pada Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan di Perkebunan PT Melania Indonesia Kecamatan Banyuasin Sumatera Selatan*. Jurusan Budidaya Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.