

## Pengaruh Jangka Panjang Sistem Olah Tanah dan Residu Pupuk Nitrogen terhadap Keanekaragaman Vegetasi dan Simpanan Biji Gulma

**Resti Puspa Kartika Sari\*, Bambang Utoyo, dan Lu'lu' Kholidah Fauziah**  
Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri Lampung  
Jl. Soekorno Hatta No. 10, Rajabasa Raya, Rajabasa, Bandar Lampung 35144  
\*Alamat korespondensi: restipuspa@polinela.ac.id

---

### INFO ARTIKEL

### ABSTRACT/ABSTRAK

Diterima: 10-12-2024

Direvisi: 05-07-2025

Dipublikasi: 14-08-2025

### Long-term effects of tillage systems and nitrogen fertilizer residues on vegetation diversity and weed seed bank

#### Keywords:

Mechanical control,  
Soil nutrients,  
Vegetation diversity,  
Weed seed bank

Mechanical weed control through a proper tillage system can suppress weed growth and minimize the use of chemical herbicides. However, improper tillage systems can cause dormant weed seeds and propagules in the soil to rise to the surface of the soil, making them viable for germination and reproduction. Another factor that stimulates weed growth is the availability of sufficient nutrients in the soil. This study aimed to determine the effect of different long-term tillage systems and N fertilizer residues in the 34th year, with two years of fallow, on vegetation diversity and weed seed bank in order to formulate a weed control strategy. The study, conducted at the Lampung State Polytechnic, consisting of two factors: the tillage systems (intensive tillage, minimum tillage, and no tillage) and N fertilizer residues (0, 100, and 200 kg/ha). In Phase 1, the analysis focused on aboveground weed vegetation, while in Phase 2, the study examined weed seed banks at a soil depth of 20 cm. The results showed that the minimum tillage system without nitrogen fertilizer residue and no tillage with 100 kg/ha N residue in 2021, was able to suppress weed growth until 2024. Nitrogen fertilizer residue on land that had been fallow for two years had no effect on weed vegetation diversity. Integration of various weed management strategies can reduce the negative impact of weeds in agriculture. Farmers can adopt conservation tillage and precision agriculture technologies to improve sustainability and efficiency.

#### Kata Kunci:

Keanekaragaman  
vegetasi, Pengendalian  
mekanis, Unsur hara  
tanah, Simpanan benih  
gulma

Pengendalian gulma secara mekanis melalui sistem olah tanah yang tepat mampu menekan pertumbuhan gulma dan meminimalisir penggunaan herbisida kimiawi. Namun, sistem pengolahan tanah yang tidak tepat dapat menyebabkan terangkatnya biji dan propagul gulma yang sudah lama dorman dalam tanah naik ke atas permukaan tanah, sehingga menjadi *viable* untuk berkecambah dan memperbanyak diri. Faktor lain pemacu pertumbuhan gulma adalah tersedianya unsur hara yang cukup dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah dan residu pupuk N jangka panjang tahun ke-34 setelah 2 tahun pemberaan lahan terhadap keanekaragaman vegetasi dan simpanan biji gulma dalam rangka merumuskan strategi pengendalian gulma. Penelitian dilaksanakan di Politeknik Negeri Lampung, terdiri dari dua faktor: sistem olah tanah (olah tanah intensif, olah tanah minimum, dan tanpa olah tanah) dan residu pupuk N (0, 100, dan 200 kg/ha). Pada Tahap 1, analisis difokuskan pada vegetasi gulma di atas permukaan tanah, sedangkan pada Tahap 2, penelitian meneliti simpanan benih gulma pada kedalaman tanah 20 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem olah

tanah minimum tanpa residu pupuk nitrogen dan tanpa olah tanah dengan residu N 100 kg/ha pada tahun 2021, mampu menekan pertumbuhan gulma hingga tahun 2024. Residu pupuk N pada lahan yang telah diberakan selama dua tahun tidak berpengaruh terhadap keanekaragaman vegetasi gulma. Integrasi berbagai strategi pengelolaan gulma dapat mengurangi dampak negatif kehadiran gulma di pertanian. Petani dapat mengadopsi teknologi pengolahan tanah konservasi dan pertanian presisi untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi.

## PENDAHULUAN

Dalam suatu usaha budidaya tanaman perkebunan terdapat beberapa kendala yang sering dihadapi, salah satunya adalah gulma. Gulma merupakan tanaman yang keberadaannya tidak dikehendaki karena dapat bersaing dengan tanaman pokok. Gulma dan tanaman pokok berkompetisi dalam memperebutkan sarana tumbuh seperti nutrisi, air, cahaya, ruang tumbuh dan CO<sub>2</sub>. Selain itu, kehadiran gulma di lahan perkebunan dapat mengganggu proses pemupukan, pemanenan, pemungutan buah yang jatuh, dan pengangkutan hasil panen. Gulma juga dapat menjadi inang hama dan patogen serta zat alelopati pada gulma juga dapat meracuni tanaman (Susanti & Febrinova, 2015). Oleh sebab itu, gulma perlu dikendalikan.

Dampak negatif terkait adanya gulma di lahan perkebunan sudah banyak dilaporkan. Pertumbuhan gulma dapat menurunkan produksi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit hingga 20% (Sidik *et al.*, 2018). Keberadaan beberapa gulma sudah terbukti berpotensi menjadi inang hama *Planococcus* spp. di perkebunan kopi (Fornaciari *et al.*, 2020). Di perkebunan karet, gulma dapat mengganggu proses penyadapan dan menurunkan produksi lateks (Andrean, 2021). Di perkebunan tebu, gulma menurunkan produktivitas dan menyulitkan proses pemupukan (Umiyati dkk., 2018). Oleh karena itu, pengendalian gulma sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya kerugian dalam usaha perkebunan. Upaya pengendalian gulma salah satunya dapat dilakukan secara mekanis melalui pengolahan tanah. Pengolahan tanah bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki struktur tanah, sehingga tercipta aerasi tanah yang baik (Kamalludin dkk., 2019). Sistem olah tanah yang tepat mampu menekan pertumbuhan dan penyebaran gulma di lahan melalui alat pertanian. Terdapat dua sistem olah tanah yang biasa diterapkan yaitu olah tanah konvensional dan olah tanah konservasi. Olah tanah konvensional atau biasa

disebut olah tanah intensif (OTI) adalah upaya penggemburan tanah terus-menerus dengan bantuan mesin atau alat pertanian untuk memperbaiki struktur dan aerasi tanah (Fuady, 2010; Senatama dkk., 2019). Olah tanah konservasi yaitu olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT) adalah teknologi pengolahan tanah yang memperhatikan kaidah konservasi air dan tanah dengan cara memanipulasi gulma dan sisa atau serasah gulma serta tanaman untuk menjadi mulsa (Utomo, 2012). Pada OTM dan TOT tidak digunakan alat pertanian untuk membalik tanah, sehingga memungkinkan tidak terjadi kenaikan dan penyebaran biji atau propagul gulma dari dalam ke atas permukaan tanah oleh alat pertanian.

Menurut Fuady (2010) dan Senatama dkk. (2019) sistem OTI menyebabkan cepatnya kehilangan N karena terabsorpsi oleh tanaman, tercuci, dan menguap. Sebaliknya, pada sistem olah tanah konservasi yaitu olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT) memiliki kandungan N yang lebih tinggi dan tersedia lebih lama karena laju mineralisasi N berjalan sedang atau agak lambat. Sejalan dengan M'hamed *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa praktik olah tanah konservasi mampu meningkatkan potensi dimineralisasi N hingga 43% dibandingkan olah tanah konvensional. Hal ini dapat menjadi indikator keberhasilan sistem olah tanah melalui peningkatan hasil produksi dan persentase pertumbuhan gulma.

Kadar nitrogen yang lebih tinggi umumnya menyebabkan peningkatan biomassa gulma. Dilaporkan oleh Blackshaw *et al.* (2003) bahwa pertumbuhan tunas dan akar berbagai spesies gulma meningkat dengan penambahan nitrogen. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan biomassa beberapa gulma yang lebih besar daripada tanaman seperti gandum dan kanola. Selain itu, hasil penelitian Latheef *et al.* (2011) menunjukkan bahwa pada budidaya padi, kadar nitrogen yang lebih tinggi (180 kg N/ha) menghasilkan kepadatan dan biomassa gulma yang jauh lebih tinggi. Hal ini menunjukkan

bahwa nitrogen dapat meningkatkan pertumbuhan gulma jika tidak dikelola dengan baik.

Kajian sistem olah tanah di Politeknik Negeri Lampung dimulai sejak 1987. Sudah banyak hasil penelitian yang dilaporkan dari segi hasil produksi tanaman. Namun, sampai saat ini masih minim informasi terkait keberhasilan sistem olah tanah dalam menekan pertumbuhan gulma. Penelitian sistem olah tanah dan residu pupuk N ini merupakan penelitian lanjutan jangka panjang tahun ke-34 setelah lahan diberakan selama 2 tahun. Informasi tentang vegetasi dan simpanan biji gulma penting diketahui untuk pengambilan keputusan penerapan metode pengendalian gulma yang tepat dan efektif.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Politeknik Negeri Lampung pada Mei sampai dengan Oktober 2024. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian sistem olah tanah jangka panjang yang dimulai sejak Februari 1987 dan saat ini memasuki tahun ke-34. Lahan yang diamati telah dilakukan bera selama 2 tahun.

### Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan dua faktor percobaan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah (T) yang terdiri dari: T<sub>1</sub> = Olah Tanah Intensif (OTI), T<sub>2</sub> = Olah Tanah Minimum (OTM), dan T<sub>3</sub> = Tanpa Olah Tanah (TOT). Faktor kedua adalah residu pupuk N (N) dengan 3 taraf dosis yaitu: N<sub>0</sub> = Tanpa residu pupuk N, N<sub>1</sub> = Residu pupuk N dosis 100 kg/ha, dan N<sub>2</sub> = Residu pupuk N dosis 200 kg/ha. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3 x 3 dengan 4 ulangan. Setiap ulangan terdapat 9 satuan percobaan, sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Penelitian dilakukan dengan 2 tahap uji yaitu Tahap 1 berupa analisis vegetasi gulma di atas permukaan tanah, dan Tahap 2 merupakan analisis simpanan biji atau propagul gulma dalam tanah. Pada Tahap 1, analisis vegetasi menggunakan metode kuadran (ukuran 0,5 m x 0,5 m) dengan 2 ulangan di setiap satuan percobaan. Diidentifikasi setiap jenis gulma yang terdapat pada kuadran. Pada Tahap 2, tanah diambil pada kedalaman 20 cm dari atas permukaan tanah, lalu diletakkan di dalam pot dan diamati pertumbuhannya pada 2, 4, 6 dan 8 hari setelah tanam. Dilaporkan oleh Kefi dkk. (2020) bahwa

kepadatan gulma tertinggi terdapat pada kedalaman 0-20 cm).

### Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati yaitu sebagai berikut:

- Kerapatan Mutlak (KM)  
Jumlah setiap spesies gulma dalam petak contoh.
- Kerapatan Nisbi (KN)  
$$\text{Kerapatan Nisbi (KN)} = \frac{\text{KM Spesies gulma tertentu}}{\text{total KM semua spesies gulma}} \times 100 \%$$
- Dominansi Mutlak (DM)  
Bobot kering spesies gulma tertentu dalam petak contoh.
- Dominansi Nisbi (DN)  
$$\text{Dominansi Nisbi} = \frac{\text{DM Satu spesies}}{\text{DM Semua spesies}} \times 100 \%$$
- Frekuensi Mutlak (FM)  
Jumlah Kemunculan gulma tertentu pada setiap ulangan.
- Frekuensi Nisbi (FN)  
$$\text{Frekuensi Nisbi (FN)} = \frac{\text{FM Spesies gulma tertentu}}{\text{total FM semua spesies gulma}} \times 100 \%$$
  
Nilai Penting  
Jumlah Nilai peubah Nisbi yang digunakan (DN + FN)
- Summed Dominance Ratio (SDR)  
$$\text{SDR} = \frac{\text{Kerapatan Nisbi} + \text{Domiannya Nisbi} + \text{Frekuensi Nisbi}}{3} \times 100 \%$$
- Indeks Keragaman Jenis  
Indeks Keanekaragaman Jenis (H'). Nilai H' dihitung dengan menggunakan rumus yang terkait dengan peluang kepentingan untuk setiap spesies (P<sub>i</sub>). Nilai P<sub>i</sub> dapat dihitung dengan membagi jumlah individu tiap satu spesies (n<sub>i</sub>) dengan jumlah total individu (N). Hasil perhitungan atas P<sub>i</sub> selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus pada persamaan:  
$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$
  
Keterangan:  
H' : Besaran nilai indeks keanekaragaman jenis  
P<sub>i</sub> : Besaran nilai peluang kepentingan untuk masing-masing spesies  
Hasil perhitungan indeks keanekaragaman dapat digunakan untuk menentukan kategorisasi keanekaragaman jenis pada suatu lokasi. Kategorisasi nilai keanekaragaman dibagi menjadi rendah, sedang dan tinggi (Afrianti dkk., 2015). Penentuan kategori/klasifikasi tersebut berdasarkan rentang nilai berikut:  
H' < 1 : memiliki keanekaragaman rendah

1 < H' > 3 : memiliki keanekaragaman sedang  
H' > 3 : memiliki keanekaragaman tinggi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis vegetasi gulma pada Tahap 1 menunjukkan bahwa terdapat 39 spesies gulma yang ditemukan pada lahan dengan perlakuan sistem olah tanah dan residu pemupukan N yang sudah diberakan selama 2 tahun (Tabel 1). Gulma *Asystasia gangetica*,

*Praxelis clematidea*, dan *Rottboellia cochinchinensis* terdapat pada semua petak perlakuan. Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat bahwa perlakuan T<sub>1</sub>N<sub>2</sub> (sistem olah tanah intensif dan residu pemupukan N dosis 200 kg/ha) dan T<sub>3</sub>N<sub>1</sub> (sistem tanpa olah tanah dan residu pemupukan N dosis 100 kg/ha) menghasilkan komposisi vegetasi yang paling sedikit dibandingkan perlakuan lain. Artinya daya kendali terhadap gulma pada sistem tanpa olah tanah setara dengan sistem olah tanah intensif.

Tabel 1. Keanekaragaman vegetasi gulma di atas permukaan tanah dan hasil analisis *Summed Dominate Ratio* (SDR)

No	Nama ilmiah	SDR (%)								
		T <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	T <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> N <sub>0</sub>	T <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> N <sub>0</sub>	T <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	T <sub>3</sub> N <sub>2</sub>
1	<i>Amphicarpaea bracteata</i>	5						3	3	
2	<i>Asystasia gangetica</i>	16	7	13	14	11	7	12	11	18
3	<i>Axonopus compressus</i>	6	7		3	4	5	7	9	14
4	<i>Axonopus fissifolius</i>							2		
5	<i>Brachiaria ramose</i>								4	
6	<i>Calopogonium mucunoides</i>		9		3	3	5			3
7	<i>Centrosema pubescens</i>	3	7	3	3		4	7	9	3
8	<i>Chromolaena odorata</i>	2								5
9	<i>Cyperus brevifolius</i>				5	4				
10	<i>Cyperus cyperoides</i>						3	2		
11	<i>Cyperus esculentus</i>				3					
12	<i>Cyperus mindorensis</i>									3
13	<i>Cyperus rotundus</i>			4			3	4		
14	<i>Digitaria sanguinalis</i>				3			3		
15	<i>Ehrharta erecta</i>								4	
16	<i>Erigeron canadensis</i>			3						
17	<i>Erigeron sumatrensis</i>	2								3
18	<i>Imperata cylindrica</i>	3	5	13		10	5			4
19	<i>Lantana camara</i>			2						
20	<i>Mimosa diplotrica</i>	3			2		3			
21	<i>Mimosa pudica</i>	4	10	6	7	4	7	6		6
22	<i>Oxalis barrelieri</i>							3		
23	<i>Panicum virgatum</i>			2				3		
24	<i>Paspalum conjugatum</i>	3				3				
25	<i>Passiflora foetida</i>									
26	<i>Pennisetum purpureum</i>	6	6	13	11	9	14	7		
27	<i>Phyllanthus amarus</i>		3							
28	<i>Praxelis clematidea</i>	21	15	25	18	16	21	14	18	17
29	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	19	18	14	21	26	24	21	27	21
30	<i>Setaria verticillata</i>		6							
31	<i>Sieruela rutidosperma</i>		3							
32	<i>Sorghum halepense</i>								5	
33	<i>Spermacoce remota</i>				3					
34	<i>Spigelia anthelmia</i>								3	
35	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>				3	5		2		
36	<i>Synedrella nodiflora</i>	3	3			4		3	7	
37	<i>Theligionum cynocrambe</i>									3
38	<i>Tridax procumbens</i>				2					
39	<i>Vallisneria spiralis</i>	3								

Keterangan: T<sub>1</sub> = olah tanah intensif (OTI), T<sub>2</sub> = olah tanah minimum (OTM), T<sub>3</sub> = tanpa olah tanah (TOT), N<sub>0</sub> = tanpa residu pupuk N, N<sub>1</sub> = residu pupuk N dosis 100 kg/ha, dan N<sub>2</sub> = Residu pupuk N dosis 200 kg/ha.

Pada penelitian Tahap 2 yaitu analisis simpanan biji atau propagul gulma pada kedalaman 20 cm dari atas permukaan tanah, menunjukkan bahwa terdapat 18 spesies gulma yang tersebar pada setiap satuan perlakuan (Tabel 1). Jenis gulma yang tumbuh tertera pada Gambar 1. Gulma *Cyperus esculentus*, *Oldenlandia corymbosa*, *P. clematidea*, dan *Setaria viridis* terdapat pada setiap perlakuan. Perlakuan dengan komposisi vegetasi gulma paling sedikit terdapat pada perlakuan T<sub>2</sub>N<sub>0</sub> (sistem olah tanah minimum tanpa residu pemupukan N) (Tabel 2).

Berdasarkan hasil analisis vegetasi gulma di atas permukaan tanah dan vegetasi asal simpanan biji gulma dalam tanah, sistem olah tanah minimum tanpa residu pupuk N dan tanpa olah tanah dengan residu pupuk N 100 kg/ha mampu menekan pertumbuhan gulma. Kedua sistem olah tanah tersebut merupakan sistem olah tanah konservasi. Artinya, penerapan sistem olah tanah tersebut untuk mengendalikan gulma dapat dilakukan untuk mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan.



Gambar 1. Vegetasi gulma asal propagul atau *seed bank* dalam tanah.

Tabel 2. Keanekaragaman vegetasi gulma dari simpanan biji atau propagul dalam tanah dan hasil analisis *Summed Dominate Rasio* (SDR) simpanan biji atau propagul gulma dalam tanah

No	Nama ilmiah	SDR (%)								
		T <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	T <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> N <sub>0</sub>	T <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> N <sub>0</sub>	T <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	T <sub>3</sub> N <sub>2</sub>
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	7		5			5		7	
2	<i>Asystasia gangetica</i>						5		4	
3	<i>Axonopus compressus</i>							6		2
4	<i>Clitoria ternatea</i>								2	
5	<i>Commelina benghalensis</i>							16		
6	<i>Cyperus esculentus</i>	17	19	3	25	10	22	20	7	14
7	<i>Euphorbia graminea</i>			3						
8	<i>Euphorbia hirta</i>									3
9	<i>Mitracarpus hirtus</i>			11		6			6	14
10	<i>Oldenlandia corymbosa</i>	4	6	9	5	19	4	9	10	3
11	<i>Oxalis barrelieri</i>		4			3		4		
12	<i>Phyllanthus amarus</i>	5	4	4		3			5	6
13	<i>Pleioblastus viridistriatus</i>			6	12					4
14	<i>Praxelis clematidea</i>	24	16	20	27	12	18	15	26	25
15	<i>Richardia scabra</i>	16	28	17		21	20	10	18	12
16	<i>Setaria viridis</i>	28	17	17	26	21	19	14	16	15
17	<i>Spigelia anthelmia</i>				6		4			
18	<i>Synedrella nodiflora</i>		7	4		4	4	7		3

Keterangan: T<sub>1</sub> = olah tanah intensif (OTI), T<sub>2</sub> = olah tanah minimum (OTM), T<sub>3</sub> = tanpa olah tanah (TOT), N<sub>0</sub> = tanpa residu pupuk N, N<sub>1</sub> = residu pupuk N dosis 100 kg/ha, dan N<sub>2</sub> = Residu pupuk N dosis 200 kg/ha.

Hasil analisis besaran indeks keanekaragaman yang diperoleh atas semua spesies gulma di setiap petak perlakuan berada pada rentang 1–3. (Tabel 3). Berdasarkan Afrianti dkk. (2015) nilai indeks keanekaragaman ini menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian memiliki tingkat keanekaragaman sedang.

Tingkat keanekaragaman gulma ini dipengaruhi oleh jumlah masing-masing spesies gulma (Sutrisna dkk., 2018). Artinya, jumlah spesies gulma pada setiap petak perlakuan baik yang berada di atas permukaan tanah atau pun yang berasal dari simpanan biji atau propagul gulma dalam tanah tidak jauh berbeda.

Tabel 3. Indeks keanekaragaman jenis gulma di atas permukaan tanah dan dari simpanan biji atau propagul dalam tanah

Perlakuan	Nilai indeks keanekaragaman (H')		Kriteria keanekaragaman (Afrianti dkk., 2015)
	Gulma di atas permukaan tanah	Gulma asal biji/propagul dalam tanah	
T <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	2,01	1,63	sedang
T <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	2,25	1,71	sedang
T <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	1,87	2,14	sedang
T <sub>2</sub> N <sub>0</sub>	2,07	1,51	sedang
T <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	2,03	1,89	sedang
T <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	1,95	1,94	sedang
T <sub>3</sub> N <sub>0</sub>	2,23	2,03	sedang
T <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	1,97	2,03	sedang
T <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	1,98	1,98	sedang

Keterangan: T<sub>1</sub>= olah tanah intensif; T<sub>2</sub>= olah tanah minimum; T<sub>3</sub>= tanpa olah tanah; N<sub>0</sub>= tanpa residu pupuk N; N<sub>1</sub>= residu pupuk N 100 kg/ha; N<sub>2</sub>= residu pupuk N 200 kg/ha.

Gulma adalah tumbuhan yang merugikan jika berada di areal budidaya tanaman. Umumnya, petani atau pun perusahaan perkebunan melakukan pengendalian gulma ketika gulma sudah tumbuh. Padahal, munculnya gulma dapat dicegah dari awal proses budidaya yaitu saat pengolahan tanah. Pengolahan tanah bertujuan untuk membolak-balik tanah dan mencampur tanah, mengontrol tanaman pengganggu, mencampur sisa tanaman dengan tanah dan menciptakan kondisi tanah yang ideal untuk perakaran tanaman (Andreawan dkk., 2015). Setidaknya terdapat tiga jenis sistem olah tanah yaitu sistem olah tanah intensif, olah tanah minimum, dan tanpa olah tanah. Pengambilan keputusan teknik sistem olah tanah pada usaha perkebunan harus bijak dan memegang prinsip pertanian atau perkebunan berkelanjutan.

### Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Pupuk N terhadap Keanekaragaman Vegetasi Gulma di Atas Permukaan Tanah

Perlakuan T<sub>1</sub>N<sub>2</sub> (sistem olah tanah intensif dan residu pemupukan N dosis 200 kg/ha) dan T<sub>3</sub>N<sub>1</sub> (sistem tanpa olah tanah dan residu pemupukan N dosis 100 kg/ha) menghasilkan komposisi vegetasi yang paling sedikit dibandingkan perlakuan lain yaitu 11 spesies gulma (Tabel 2). Artinya daya kendali gulma pada sistem tanpa olah tanah setara dengan

sistem olah tanah intensif. Hasil penelitian Sari (2018) menunjukkan bahwa metode tanpa olah tanah dapat mengurangi kelimpahan gulma. Di lahan kering, gulma daun lebar dan rumput menunjukkan pola pertumbuhan yang dapat dikelola dengan baik tanpa olah tanah (Ahadiyat & Sarjito, 2022).

Pada perlakuan sistem olah tanah intensif dan residu pemupukan N dosis 200 kg/ha (T<sub>1</sub>N<sub>2</sub>) gulma yang tumbuh yaitu *A. gangetica*, *C. pubescens*, *C. rotundus*, *E. canadensis*, *I. cylindrica*, *L. camara*, *M. pudica*, *P. virgatum*, *P. purpureum*, *P. clematidea*, dan *R. cochinchinensis*. Namun, gulma yang paling mendominasi pada perlakuan tersebut yaitu *P. clematidea* dengan nilai SDR 20%. Gulma *P. clematidea* adalah gulma invasif atau gulma asing yang mampu menyebar dan berkembangbiak dengan cepat meskipun bukan di habitat aslinya (Sari dkk., 2023). Gulma *P. clematidea* termasuk gulma golongan daun lebar yang berwarna hijau muda dengan daun bergerigi di sepanjang tepi. Bunga yang dihasilkan berwarna lavender atau kebiruan dengan kuntum bunga sekitar 35–40 kuntum (Khamare *et al.*, 2020). Gulma ini menghasilkan biji yang banyak dan ringan, sehingga penyebarannya melalui angin dan alat pertanian sangat mudah.

Pada sistem olah tanah intensif, tanah diolah secara terus-menerus dengan bantuan mesin atau alat pertanian untuk memperbaiki struktur dan aerasi

tanah (Fuady, 2010; Senatama dkk., 2019). Pada saat mesin pertanian membalik tanah, sangat besar kemungkinan propagul gulma atau pun biji gulma yang ada di dalam tanah menjadi ikut terangkat ke atas permukaan tanah. Nakabayashi dan Leubner-Metzger (2021) menyatakan bahwa biji gulma mempunyai kemampuan dormansi. Biji gulma dalam tanah yang semula tidak bisa berkecambah karena tidak mampu menyerap sinar matahari menjadi siap berkecambah ketika tanah dibalik oleh mesin dan biji menjadi di atas permukaan tanah. Hal ini karena pada kondisi tersebut biji gulma mampu menyerap sinar matahari untuk proses metabolisme perkecambahannya.

Perlakuan tanpa olah tanah dan residu pupuk N 100 kg/ha ( $T_3N_1$ ) gulma yang tumbuh yaitu *A. bracteata*, *A. gangetica*, *A. compressus*, *B. ramosa*, *C. pubescens*, *E. erecta*, *P. clematidea*, *R. cochinchinensis*, *S. halepense*, *S. anthelmia*, dan *S. nodiflora*. Namun, gulma dominan pada petak perlakuan tersebut yaitu gulma *R. cochisinensis* dengan nilai SDR 27%. Gulma *R. cochisinensis* merupakan gulma golongan rumput. Dilaporkan oleh Correia (2016) bahwa gulma *R. cochisinensis* tergolong gulma tahunan yang mampu memperbanyak diri secara generatif dengan biji atau pun secara vegetatif dengan potongan batang. Tinggi gulma ini bisa mencapai 4 m. Biji ini memiliki masa dormansi hingga empat tahun di dalam tanah dan cahaya bukan merupakan faktor pembatas untuk perkecambahan bijinya. Akarnya tumbuh dengan cepat dan jika gulma ini mati maka senyawa toksik akan keluar dari sisa tanaman tersebut dan menghambat pertumbuhan gulma lain disekitarnya.

Tanpa olah tanah adalah komponen utama sistem olah tanah konservasi (Peixoto *et al.*, 2020). Sistem TOT adalah penerapan budidaya tanaman tanpa penyiapan lahan, kecuali pembuatan lubang untuk benih atau bibit. TOT biasanya ditandai dengan sedikitnya gangguan pada permukaan tanah dan penggunaan sisa tanaman sebagai mulsa untuk menutupi sebagian besar (60-80%) permukaan tanah. Dalam sistem TOT, gulma dikendalikan dengan bahan kimia (herbisida) dan biomassa gulma dijadikan mulsa bersama dengan sisa tanaman musim sebelumnya (Utomo, 2006). Pada sistem TOT jangka panjang, residu bahan organik dari tanaman sebelumnya terakumulasi di permukaan tanah, sehingga terdapat peningkatan aktivitas mikroorganisme pengurai tanah di permukaan tanah dibandingkan dengan olah tanah intensif (Utomo, 2012).

Dari hasil penelitian, tidak ada perbedaan pengaruh residu dari pupuk N dengan dosis 200 kg/ha dengan residu pupuk N dosis 100 kg/ha. Residu dari dua dosis pupuk N tersebut menghasilkan jumlah vegetasi yang sama dengan nilai dominansi yang tidak jauh berbeda. Hal ini diduga karena pada lahan tersebut sudah dilakukan bera selama dua tahun. Residu pupuk yang ada kemungkinan sudah hilang karena proses pencucian atau aliran permukaan. Dinyatakan oleh Patti dkk. (2013) bahwa nitrogen dalam tanah dapat hilang karena tiga hal, yaitu tercuci bersama air drainase, menguap, dan diserap oleh tanaman.

Indeks keanekaragaman jenis gulma di setiap petak perlakuan berdasarkan Afrianti dkk. (2015) tergolong dalam kriteria sedang (Tabel 3). Hal ini diduga karena letak petak perlakuan yang berdekatan dengan iklim mikro yang sama dan gulma yang tumbuh di atas permukaan tanah sudah memasuki fase generatif, berbunga, dan berbiji. Walaupun perlakuan yang diterapkan pada lahan bera tersebut berbeda-beda, namun, organ perkecambah biakan pada gulma-gulma yang ada dapat menyebar dari satu petak ke petak yang lain. Hal ini yang menyebabkan tingkat keanekaragaman gulma tergolong sedang.

### **Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Pupuk N terhadap Keanekaragaman Vegetasi Gulma dari Simpanan Biji atau Propagul Gulma dalam Tanah**

Hasil penelitian terhadap simpanan biji atau propagul gulma dalam tanah pada lahan yang sudah diberakan selama 2 tahun dengan perlakuan sistem olah tanah minimum dan tanpa residu pupuk N ( $T_2N_0$ ) menghasilkan keanekaragaman vegetasi yang paling sedikit dibandingkan perlakuan lain yaitu hanya enam spesies gulma (Tabel 2).

Gulma yang berkecambah dan tumbuh pada perlakuan sistem olah tanah minimum dan tanpa residu pupuk N tersebut yaitu *C. esculentus*, *O. corymbosa*, *P. viridistriatus*, *P. clematidea*, *S. viridis*, dan *S. anthelmia*. Namun, gulma yang paling dominan pada satuan percobaan ini adalah gulma *P. clematidea* dengan nilai SDR 27%. Gulma ini terdapat pada seluruh petak percobaan baik pada pengujian vegetasi di atas permukaan tanah atau pun pengujian pada simpanan biji gulma dalam tanah. Pada pengujian ini diduga ketika tanah pada kedalaman 20 cm dipindah ke dalam pot, biji gulma *P. clematidea* yang semula dorman menjadi *viable* untuk berkecambah. Gulma memiliki dua jenis dormansi yaitu dormansi primer dan dormansi sekunder. Dormansi primer terjadi selama pematangan biji

sebelum penyebaran, sedangkan dormansi sekunder mengacu pada perolehan dormansi pada biji matang setelah penyebaran dan setelah hilangnya dormansi primer (Graeber *et al.*, 2010; Finch-Savage & Footitt, 2017).

Gulma *P. clematidea* adalah gulma invasif yang mampu hidup di berbagai kondisi. Gulma ini mengandung saponin flavanoid, polifenol, kumarine, eugenol 5%, HCN dan minyak atsiri (Lestari dkk., 2023). Kandungan alelokimia tersebut menjadi salah satu faktor keberhasilan *P. clematidea* untuk menguasai lahan dibandingkan gulma lain. Hal tersebut karena kandungan yang dimiliki bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan gulma atau tanaman lain di sekitarnya. Selain itu, biji yang dihasilkan oleh gulma ini sangat banyak dan ringan, sehingga penyebarannya begitu cepat.

Olah tanah minimum (OTM) adalah bagian dari sistem olah tanah konservasi. Pengolahan tanah konservasi adalah sistem pengolahan tanah yang menggunakan memanipulasi gulma dan sisa tanaman sebagai mulsa. Keuntungannya adalah dapat mengurangi laju erosi dengan mengurangi kekuatan destruktif dari curah hujan dan aliran permukaan. Sistem pengolahan tanah secara konservasi mempunyai banyak manfaat, antara lain meningkatkan kandungan bahan organik, meningkatkan ketersediaan air dalam tanah, memperbaiki pengemburan dan porositas tanah, mengurangi erosi, meningkatkan kualitas air, dan meningkatkan jumlah biota tanah. Selain itu, sistem olah tanah konservasi hemat tenaga dan waktu serta mengurangi biaya penggunaan alat berat untuk pengolahan tanah (Jambak dkk., 2017).

Pada olah tanah minimum pengolahan tanah dilakukan dengan membersihkan lahan dari gulma menggunakan koret, dan gulma dijadikan mulsa (Afrianti dkk., 2023). Menurut Utomo (2006) sistem OTM diterapkan dengan mengurangi frekuensi pengolahan tanah. Pengolahan tanah dilakukan seperlunya saja. Pada pengolahan tanah minimum, pengendalian gulma secara kimiawi memungkinkan untuk dilakukan. Kemudian gulma digunakan sebagai mulsa penutup tanah setidaknya hingga 30% penutupan permukaan tanah. Hal ini yang mendukung penekanan terhadap pertumbuhan gulma di atas permukaan tanah.

Berdasarkan hasil penelitian, tidak ada pengaruh residu pupuk N dengan dosis 200 kg/ha; residu pupuk N dosis 100 kg/ha; atau pun tanpa residu terhadap keragaman gulma. Hal ini ditunjukkan oleh hasil di kedua tahap penelitian. Pada analisis vegetasi,

residu pupuk N dengan dosis 0, 100, dan 200 kg/ha menghasilkan jumlah vegetasi yang sama dengan nilai dominansi yang tidak jauh berbeda. Hal yang sama terdapat pada pengujian simpanan biji gulma dalam tanah, jumlah dan nilai SDR gulma yang dihasilkan dari perlakuan tanpa residu tidak jauh berbeda dengan perlakuan lainnya. Lahan penelitian yang digunakan sudah dilakukan bera selama dua tahun. Residu pupuk yang ada kemungkinan sudah hilang karena proses pencucian atau aliran permukaan. Dilaporkan oleh Patti dkk. (2013) bahwa nitrogen dalam tanah dapat hilang karena tiga hal, yaitu tercuci bersama air drainase, menguap, dan diserap oleh tanaman.

Indeks keanekaragaman jenis gulma di setiap petak perlakuan berdasarkan Afrianti dkk. (2015) tergolong dalam kriteria sedang (Tabel 3). Hal ini diduga karena letak petak perlakuan yang berdekatan dengan iklim mikro yang sama dan simpanan biji atau propagul gulma yang ada di dalam tanah pada kedalaman 20 cm dari atas permukaan tanah cenderung sama. Walaupun perlakuan yang diterapkan pada lahan bera tersebut berbeda-beda, namun, organ perkembangbiakan pada gulma-gulma yang ada dapat menyebar dari satu petak ke petak yang lain. Hal ini yang menyebabkan tingkat keanekaragaman gulma tergolong sedang.

Keanekaragaman gulma memainkan peran penting dalam keseimbangan ekologi, khususnya dalam agroekosistem. Kehadirannya dapat menyebabkan konsekuensi ekologis negatif dan positif, tergantung pada konteks dan spesies gulma tertentu yang terlibat. Gulma invasif dapat mengalahkan spesies asli untuk mendapatkan sumber daya, yang menyebabkan berkurangnya keanekaragaman hayati. Gulma mampu beradaptasi, tumbuh, dan bertahan di habitat baru karena difasilitasi oleh sifat biologis dan ekologisnya, seperti produksi biji yang tinggi, dormansi yang bervariasi, dan perbanyakan vegetatif, yang memungkinkannya untuk tumbuh dan bertahan hidup di habitat baru (Kumar *et al.*, 2024). Kemampuan tersebut dapat mengakibatkan keanekaragaman hayati lokal dengan menggantikan tanaman asli (Zivanayi *et al.*, 2024).

Selain dampak ekologi, keberadaan dan keragaman gulma pada lahan budidaya memberi dampak negatif secara ekonomi. Hal ini karena gulma memengaruhi hasil panen dan meningkatkan biaya pengelolaan. Dilaporkan bahwa gulma di perkebunan kelapa sawit menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas tandan buah segar (TBS), mengganggu pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan serangan

hama dan penyakit. Kondisi tersebut menyebabkan banyaknya biaya yang harus dikeluarkan (Hakim *et al.*, 2020). Namun, gulma juga menawarkan potensi manfaat, seperti penggunaan etnobotani dan sebagai pakan ternak. Menyeimbangkan dampak negatif dan positif gulma sangat penting untuk pengelolaan gulma yang berkelanjutan (Ekwealor *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, diperlukan teknologi yang memungkinkan pengelolaan gulma secara terarah, mengurangi dampak lingkungan, dan meningkatkan keberlanjutan ekonomi, salah satunya dengan sistem olah tanah yang tepat.

### SIMPULAN

Penerapan sistem olah tanah konservasi yaitu sistem olah tanah minimum tanpa residu pupuk nitrogen dan tanpa olah tanah dengan residu dari pemupukan nitrogen 100 kg per hektar pada tahun 2021 menghasilkan keanekaragaman gulma yang lebih rendah dibandingkan olah tanah intensif hingga tahun 2024. Residu pupuk N pada lahan yang dilakukan bera selama dua tahun tidak memengaruhi keanekaragaman vegetasi gulma yang dihasilkan. Pengujian lebih lanjut harus dilakukan untuk memantapkan kebijakan pengendalian gulma yang mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Meskipun dampak ekologis dan ekonomi gulma signifikan, integrasi berbagai strategi pengelolaan dapat mengurangi dampak ini. Petani dapat mengadopsi teknologi pengolahan tanah konservasi dan pertanian presisi untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Lampung yang telah mendanai penelitian ini melalui dana DIPA tahun anggaran 2024 Nomor: 317/PL15/KPTS/2024.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, I, R Yolanda, dan AA Purnama. 2015. Analisis vegetasi gulma pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.) di Desa Suka Maju Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan hulu. *Jurnal Mahasiswa Prodi Biologi UPP*. 1(1): 1-6.
- Afrianti, NA, B Kartini, Sarno, H Novpriansyah, Supriatin, dan M Utomo. 2023. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang dan pemberian pupuk nitrogen (ke-34) terhadap kandungan asam humat dan asam fulvat tanah pada pertanaman jagung di Politeknik Negeri Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 11(4): 687-694. DOI: 10.23960/jat.v11i4.8251.
- Ahadiyat, YR, dan A Srjito. 2022. Pengaruh kondisi lahan kering tanpa olah tanah terhadap kelimpahan gulma. *AL-KAUNIYAH: Jurnal Biologi*. 15(1): 16-27. DOI: 10.15408/kauniyah.v15i1.15137.
- Andrean, H. 2021. Pengendalian gulma pada tanaman karet (*Hevea brasiliensis*, Mull, Arg.) di instalasi benih perkebunan Kualu UPT TPH Bun Provinsi Riau. *Jurnal Agro Indragiri*. 7(1): 5-10. DOI: 10.32520/jai.v4i1.
- Andreawan, MK, IS Banuwa, dan I Zulkarnain. 2015. Pengaruh sistem olah tanah terhadap aliran permukaan dan erosi pada pertanaman singkong di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 4(1): 27-34.
- Blackshaw, RE, RN Brandt, HH Janzen, T Entz, CA Grant, and DA Derksen. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Science*. 51(4): 532-539. DOI: 10.1614/0043-1745(2003)051[0532:DROWST]2.0.CO;2.
- Correia, NM. 2016. Biology and management of *Rottboellia cochinchinensis*. *Revista Brasileira de Herbicidas*. 15(1): 89-96. DOI: 10.7824/rbh.v15i1.437.
- Graeber, K, K Nakabayashi, E Miatton, G Leubner-Matzger, and WJ Soppe. 2010. Seed mortality in the soil is related to seed coat thickness. *Seed Science Research*. 20(4): 243-256. DOI: 10.1017/S0960258510000255.
- Ekwealor, KU, CB Echereme, T Ofobeze, and OC Nkumah. 2019. Economic importance of weeds: A review. *Asian Plant Research Journal*. 3(2): 1-11. DOI: 10.9734/APRJ/2019/v3i230063.
- Finch-Savage, WE, and S Footitt. 2017. Seed dormancy cycling and the regulation of dormancy mechanisms to time germination in variable field environments. *Journal of Experimental Botany*. 68: 843-856. DOI: 10.1093/jxb/erw477.
- Fornaciari, G, EJA Borghi, ML Vieira, RL Aguiar, AM Holtz, ACV Filho, M Comério, JR de Carvalho, AS Xavier, VB Neto, and CHB de Assis. 2020. Survey of potentially host weeds of

- Planococcus* spp. in coffee crops. International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS). 7(5): 333–337. DOI:10.22161/ijaers.75.41.
- Fuady, Z. 2010. Pengaruh sistem olah tanah dan residu tanaman terhadap laju mineralisasi nitrogen. Lentera. 10(1): 94–101.
- Hakim, DB, A Hadianto, Giyanto, T Hutaria, and S Amaliah. 2020. The production efficiency of herbicides in palm oil plantation in Sumatera and Kalimantan. IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci. 468 012054. DOI: 10.1088/1755-1315/468/1/012054.
- Jambak, MKFA, DPT Baskoro, dan ED Wahjunie. 2017. Karakteristik sifat fisik tanah pada sistem pengolahan tanah konservasi (Studi Kasus: Kebun Percobaan Cikabayan). Buletin Tanah dan Lahan. 1(1): 44–50.
- Kamalludin, S Abadi, dan D Sugiono. 2019. Studi efektivitas sistem olah tanah dan teknik pengendalian gulma terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo (*Oryza sativa* L.) di Lahan Kering. Jurnal Pertanian Presisi. 3(1): 1–12. DOI: 10.35760/jpp.2019.v3i1.1970.
- Kefi, A, D Guntoro, dan E Santosa. 2020. Kelimpahan vegetasi dan simpanan biji gulma pada pertanaman jagung berbeda sejarah pola tanam di lahan kering. Jurnal Agronomi Indonesia. 48(1): 22–29. DOI: 10.24831/jai.v48i1.28383.
- Khamare, Y, C Marble, S Steed, and N Boyd. 2020. Biology and Management of *Praxelis (Praxelis clematidea)* in Ornamental Crop Production. EDIS. 2020(4). DOI: 10.32473/edis-ep585-2020.
- Kumar R, P Kaur, and Robin. 2024. Ecology and biology of weeds. Handbook of Integrated Weed Management for Major Field Crop. Bentham Science. 7: 33–39. DOI: 10.2174/9789815305098124010006.
- Latheef, P, MD Reddy, MG Reddy, and DM Uma. 2011. Effect of irrigation schedule, weed management and nitrogen levels on weed growth in rice (*Oryza sativa*) under aerobic conditions. Indian Journal of Weed Science. 43(1): 54–60.
- Lestari, AD, H Pujisiswanto, H Susanto, dan N Sriyani. 2023. Pengaruh ekstrak daun senduduk bulu (*Clidemia hirta* L.) terhadap perkecambahan dan pertumbuhan gulma (*Praxelis clematidea*). Jurnal Agrotropika. 22(1): 38–46. DOI: 10.23960/ja.v22i1.7370.
- M'hamed, HC, N Ferchinch, W Toukabri, M Barbouchi, N Moujahed, M Rezgui, H Bahri, K Sassi, A Frija, and M Annabi. 2024. Conservation agriculture boosts soil health, wheat yield, and nitrogen use efficiency after two decades of practice in semi-arid Tunisia. Agronomy. 14(12): 2782. DOI: 10.3390/agronomy14122782.
- Nakabayashi, K, and G Leubner-Metzger. 2021. Seed dormancy and weed emergence: From simulating environmental change to understanding trait plasticity, adaptive evolution, and population fitness. Journal of Experimental Botany. 72(12): 4181–4185. DOI: 10.1093/jxb/erab150.
- Patti, PS, E Kaya, dan CH Silahhou. 2013. Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. Agrologia. 2(1): 51–58. DOI: 10.30598/a.v2i1.278.
- Peixoto, DS, LCM da Silva, LBB de Melo, RP Azevedo, BCL Araujo, TS de Carvalho, SG Moreira, N Curi, and BM Siva. 2020. Occasional tillage in no-tillage systems: a global meta-analysis. The Science of the Total Environment. 25: 754. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140887.
- Sari. 2018. Pemanfaatan gulma saliera (*Lantana camara* L.) sebagai bioherbisida pra tumbuh dan pengolahan tanah untuk pengendalian gulma di areal perkebunan kelapa sawit. Jurnal Agrosintesa. 1(1): 10–17. DOI: 10.33603/VIII.1360.
- Sari, RPK, H Pujisiswanto, dan A Sudirman. 2023. Identifikasi gulma di perkebunan kelapa sawit rakyat tanaman belum menghasilkan (TBM). Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan. 22(2): 197–202. DOI: 10.31293/agrifor.v22i2.6628.
- Senatama, N, A Niswari, S Yusnaini, dan M Utomo. 2019. Jumlah bintil akar, serapan N dan produksi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) akibat residu pemupukan N dan sistem olah tanah jangka panjang tahun ke-31. Journal of Tropical Upland Resources. 1(1): 35–42. DOI: 10.23960/jtur.vol1no1.2019.8.
- Sidik, S, E Purba, and EN Yakub. 2018. Population dynamics of weeds in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) circle weeding area affected

- by herbicide application. IOP Conf. Ser: Eartg Environ. Sci. 122:012069. DOI: 10.1088/1755-1315/122/1/012069.
- Susanti, Y, dan R Febrinova. 2015. Inventarisasi gulma pada lahan perkebunan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kecamatan Tambusai Utara Kabupaten Rokan Hulu. Jurnal Sungkai. 3(2): 18–23.
- Sutrisna, T, MR Umar, S Suhadiyah, dan S Santosa. 2018. Keanekaragaman dan komposisi vegetasi pohon pada Kawasan Air Terjun Takapala dan Lanna di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Bioma: Jurnal Biologi Makassar. 3(1): 12–18. DOI: 10.20956/bioma.v3i1.4258.
- Umiyati, U, D Widayat, dan N Salarti. 2018. Efektifitas herbisida paraquat diklorida 276 g/l sebagai pengendali gulma pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurnal Agrosintesa. 1(1): 37–44. DOI: 10.33603/.v1i1.1364.
- Utomo, M. 2006. Olah Tanah Konservasi. Hand out Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Utomo, M. 2012. Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Zivanayi, M, M Ronald, and M Nyamande. 2024. Ecological consequences of invasive weeds: Zimbabwean experience: A review. Journal of Plant Science. 12(6): 219–227. DOI: 10.11648/j.jps.20241206.16.