

STUDI PERBANDINGAN KEANEKARAGAMAN *SOIL SEED BANK* PADA LAPISAN KEDALAMAN YANG BERBEDA DI DAERAH BUDIDAYA LAHAN KERING DAN SAWAH

COMPARATIVE STUDY OF SOIL SEED BANK DIVERSITY AT DIFFERENT DEPTH LAYERS IN DRYLAND AND RICE FIELD CULTIVATION AREAS

¹Nisa Azzahra Gusviani¹, Gian Juliano², Dini Hervani³, Puan Habibah⁴, Enriski Efrata⁵

^{1,4}*Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Riau*

²*Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Riau*

³*Program Studi Agroteknologi, Universitas Andalas*

⁵*Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Riau*

ABSTRACT

*Soil seed bank refers to seeds that remain dormant and are stored in the soil. One group of plants that commonly stores its seeds in the soil is weeds, which do so as a form of survival and reproduction strategy. This study aimed to analyze the diversity and density of weed soil seed banks at different soil depths in upland and paddy cultivation areas. The research was conducted in the horticultural and paddy field areas of Andalas University, Padang, from May to July 2022. Soil samples were collected using a purposive sampling method at depths of 0–10 cm, 10–20 cm, and 20–30 cm, with three replications for each land type. The data were analyzed descriptively by calculating relative density (KR), relative frequency (FR), summed dominance ratio (SDR), and importance value index (INP). The results showed that both weed species diversity and abundance decreased with increasing soil depth. In upland areas, *Euphorbia hirta* (patikan kebo) exhibited the highest SDR and INP values at depths of 0–10 cm and 10–20 cm, whereas in paddy fields, this species remained dominant despite a reduction in its population. No viable seeds were found at a depth of 20–30 cm in paddy soils. These findings indicate that variations in soil depth and land conditions significantly influence the composition and dominance of weed species, and such information can serve as a basis for developing effective and site-specific weed management strategies.*

Key-words: dominance, importance value index, soil depth, soil seed bank, weeds

INTISARI

Soil seed bank merupakan benih yang mengalami fase dorman dan tersimpan di dalam tanah. Salah satu jenis tumbuhan yang menyimpan benihnya di dalam tanah adalah gulma sebagai bentuk pertahanan diri dan perkembangbiakannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman dan kepadatan *soil seed bank* gulma pada kedalaman tanah yang berbeda di lahan budidaya kering dan sawah. Penelitian dilakukan di area budidaya tanaman hortikultura dan padi sawah Universitas Andalas, Padang. Penelitian dilakukan pada bulan Mei hingga Juli 2022. Sampel tanah diambil secara *purposive sampling* pada kedalaman 0–10 cm, 10–20 cm, dan 20–30 cm, dengan tiga ulangan pada tiap jenis lahan. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan menghitung kerapatan nisbi (KR), frekuensi nisbi (FR), *summed dominance ratio* (SDR), dan *importance value index* (INP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis dan jumlah gulma menurun seiring bertambahnya kedalaman tanah. Pada lahan kering, *Euphorbia hirta* (patikan kebo) memiliki nilai SDR dan INP tertinggi pada kedalaman 0–10 cm dan 10–20 cm, sedangkan pada lahan sawah spesies ini tetap dominan meskipun jumlahnya menurun. Tidak ditemukan *viable seed* pada kedalaman 20–30 cm di lahan sawah. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan kedalaman tanah dan kondisi lahan memengaruhi komposisi serta dominansi spesies gulma, dan informasi ini dapat menjadi dasar dalam penentuan strategi pengendalian gulma yang tepat.

Kata kunci: dominansi, gulma, indeks nilai penting, kedalaman tanah, *soil seed bank*

¹ Correspondence author: Nisa Azzahra Gusviani. Email: nisa.azzahra@lecturer.unri.ac.id

PENDAHULUAN

Soil seed bank merupakan benih yang mengalami fase dorman di dalam tanah dan berkaitan dengan serasah/humus. *Soil seed bank* dimulai dari penyebaran benih hingga terjadi perkecambahan atau kematian benih (Mekonnen, 2016). *Soil seed bank* memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan generasi tanaman untuk kelangsungan hidup berikutnya. *Soil seed bank* juga memiliki peranan yang penting dalam ekosistem karena dapat menggambarkan kondisi dan sejarah vegetasi sebelumnya.

Soil seed bank merupakan faktor kunci untuk mencegah kepunahan spesies lokal tanaman. *Soil seed bank* sangat penting untuk kelangsungan hidup jangka panjang spesies individu dan kelompok tanaman di semua agroekosistem (Anju *et al.*, 2022). Penelitian mengenai *soil seed bank* mengalami peningkatan yang pesat terutama pada tanah berbagai komunitas tanaman (Mall dan Singh, 2014).

Salah satu benih tumbuhan yang mengalami proses dormansi dan tersimpan di dalam tanah sebagai *soil seed bank* adalah benih gulma. Pengetahuan mengenai *soil seed bank* di areal pertanian perlu diketahui sehingga dapat diketahui sejarah atau vegetasi tumbuhan sebelumnya, selain itu juga dapat diketahui vegetasi yang akan tumbuh di areal pertanian tersebut. Menurut Sastroutomo (1990) keberadaan gulma yang terus-menerus tidak terlepas dari kelimpahan propagul gulma di dalam tanah. Benih gulma yang mengalami dormansi di dalam tanah merupakan mekanisme untuk bertahan pada kondisi yang tidak optimal. Simpanan benih gulma di dalam tanah dalam jumlah yang besar merupakan investasi bagi gulma untuk mempertahankan populasinya. Namun, pertumbuhan gulma yang tidak serentak ini menyebabkan kehadiran gulma tetap ada sepanjang masa dan akan merugikan kegiatan budidaya tanaman.

Benih gulma dapat bertahan di dalam tanah selama bertahun-tahun sebagai cadangan *viable seeds* atau benih hidup (Melinda *et al.*, 1998). Pengetahuan tentang *soil seed bank* khususnya benih gulma dapat membantu dalam perencanaan tenaga kerja, menentukan pola tanam yang tepat di areal pertanian, mengetahui potensi serangan gulma berdasarkan komposisi dan kepadatan seed bank dari berbagai kedalaman tanah yang berbeda di areal pertanian sehingga dapat diketahui metode pengendalian gulma yang tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan kepadatan *soil seed bank* gulma pada kedalaman yang berbeda di daerah budidaya lahan kering dan lahan sawah, sehingga dapat ditentukan metode pengendalian gulma yang tepat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di areal budidaya tanaman hortikultura dan budidaya padi sawah di Universitas Andalas, Kecamatan Limau Manis, Padang. Penelitian dilakukan pada bulan Mei-Juli 2022. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah sampel yang diambil dari areal budidaya lahan kering dan lahan sawah, air, alkohol 70%, aquadest, dan gulma yang tumbuh pada bak kecambah (*seed bed*). Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkul, bak kecambah (*seed bed*), kantong plastik, gembor, *sprayer*, kertas label, alat dokumentasi, dan lainnya.

Penelitian ini bersifat eksploratif dan disusun dalam suatu rancangan Analisis Deskriptif. Analisis ini bertujuan untuk melihat perbedaan persentase gulma pada setiap kedalaman yang diamati (Sudjana, 2005). Pengukuran populasi dari *viable seed* gulma dilakukan dengan metode kuadrat sensus menggunakan parameter kerapatan nisbi, frekuensi nisbi, dominansi nisbi untuk menentukan indeks nilai penting dan perbandingan dominansi terjumlah (*summed*

dominance ratio) masing-masing dari spesies gulma.

Sampel tanah diambil dari lahan kering dan lahan sawah berdasarkan *purposive sampling*, yaitu dengan menentukan titik sampel secara sengaja berdasarkan karakteristik lahan yang mewakili kondisi umum area penelitian. Pemilihan titik sampel yang diambil berdasarkan pada beberapa kriteria, seperti homogenitas sifat tanah secara visual (warna tanah dan tekstur tanah), keseragaman topografi dengan memilih area datar, dan riwayat pengelolaan lahan yang seragam (jenis tanaman budidaya, sistem pengolahan tanah). Jarak antar titik sampel ditentukan sekitar 500-750 m untuk menghindari pengambilan sampel pada lokasi yang memiliki mikrohabitat yang sama.

Tiap titik sampel pada lahan kering dan lahan sawah dibuat petakan kuadrat dengan ukuran 1 x 1 m² dengan kedalaman yang berbeda beda, yaitu kedalaman 0-10 cm (K1), kedalaman 10-20 cm (K2), dan kedalaman 20-30 cm (K3). Petak kuadrat pada tiap kedalaman di lahan kering dan lahan sawah dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Sampel tanah yang telah diambil dari lahan kering dan lahan sawah dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi kertas label

Tabel 1. Jenis dan Jumlah Gulma di Lahan Kering dan Lahan Sawah pada Lapisan Kedalaman yang Berbeda

Jenis Lahan	Tingkat Kedalaman Lahan	Jenis Gulma	Jumlah Gulma
Lahan Kering	0-10 cm	Patikan Kebo (<i>Euphorbia hirta</i>)	113
		Meniran (<i>Phyllanthus urinaria</i>)	15
		Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	9
Lahan Kering	10-20 cm	Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	11
		Patikan Kebo (<i>Euphorbia hirta</i>)	30
		Meniran (<i>Phyllanthus urinaria</i>)	2

sesuai dengan tingkat kedalaman tanah, kemudian tiap plastik yang berisi *seed bank* ditabur ke dalam bak kecambah atau *seed bed* dengan ukuran panjang 35 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 10 cm. Bak kecambah atau *seed bed* diletakkan secara acak. Sampel tanah dalam *seed bed* dipertahankan kelembabannya dengan cara disiram pada pagi dan sore hari. Dilakukan pengamatan *seed bank* atau *viable seed* yang berkecambah setiap hari. Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah jumlah dan jenis gulma yang tumbuh pada tiap jenis lahan dan tiap kedalaman tanah.

Data yang diperoleh pada penelitian deskriptif dianalisis menggunakan analisis kuantitatif untuk mengetahui jenis gulma, populasi gulma, dan kemampuan mendominasi pada masing-masing spesies gulma. Kemampuan mendominasi dari spesies gulma di suatu lahan diukur menggunakan indeks nilai penting (INP) dan *summed dominance ratio* (SDR).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan keragaman *viable seed* gulma pada kedalaman yang berbeda di lahan kering dan lahan sawah dapat dilihat pada Tabel 1.

Lahan Kering	20-30 cm	Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	2
Lahan Sawah	0-10 cm	Babadotan (<i>Ageratum conyzoides</i>)	1
		Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	3
		Patikan Kebo (<i>Euphorbia hirta</i>)	6
Lahan Sawah	10-20 cm	Patikan Kebo (<i>Euphorbia hirta</i>)	3
		Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	1
Lahan Sawah	20-30 cm	Tidak ditemukan viable seed gulma	0

Tabel 1 menunjukkan keragaman jenis gulma pada lahan kering dan lahan sawah. Jenis gulma yang tumbuh dapat menggambarkan potensi vegetasi yang akan tumbuh di areal pertanian tersebut, sehingga dapat diketahui teknik pengendalian gulma yang tepat. Menurut Wang *et al.* (2009), informasi mengenai *soil seed bank* berperan penting dalam studi ekologi karena dapat menggambarkan vegetasi yang ada di atasnya dan diketahui potensi jenis tumbuhan lain yang akan tumbuh di kawasan tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat kedalaman lahan mempengaruhi keragaman jenis dan jumlah gulma. Tingkat kedalaman yang dangkal 0-10 cm dan 10-20 cm memiliki *viable seed* gulma yang lebih banyak dibandingkan dengan tingkat kedalaman tanah yang lebih dalam 20-30 cm. Hal ini karena pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm udara dan cahaya matahari masih dapat masuk ke dalam tanah, sehingga benih gulma tetap hidup dan menimbulkan kondisi yang optimum untuk berkecambah. Proses perkecambahan benih diawali dari proses respirasi sehingga terjadi perombakan cadangan makanan di dalam benih dan dihasilkan energi untuk perkecambahan. Sedangkan pada kedalaman

tanah 20-30 cm oksigen dan cahaya sukar masuk ke dalam tanah, sehingga kondisi tidak optimum untuk perkecambahan benih dan berpotensi menyebabkan kematian pada benih gulma di dalam tanah.

Biji dan organ vegetatif gulma banyak ditemukan di dalam tanah dari musim sebelumnya, kemudian terangkat ke atas pada saat pengolahan tanah dan berkecambah ketika mendapatkan air dan cahaya matahari yang cukup (Putra *et al.*, 2018). Menurut Tustiyani *et al.* (2019), terdapat banyak faktor yang mempengaruhi keragaman gulma seperti cahaya, unsur hara, pengolahan tanah, cara budidaya tanaman, jarak tanam, dan umur tanaman budidaya. Selain itu, Rahmadi *et al.* (2023) juga menjelaskan bahwa keragaman spesies gulma berdasarkan tingkat kedalaman menunjukkan adanya perbedaan kemampuan adaptasi gulma terhadap kondisi lingkungan mikro. Hal ini karena kedalaman tanah dan ketersediaan cahaya merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi struktur spesies gulma.

Lahan sawah memiliki keragaman jenis gulma yang lebih sedikit dibandingkan dengan lahan kering, terutama pada kedalaman 20-30 cm di lahan sawah tidak ditemukan adanya *viable seed* gulma. Hal ini

karena kondisi lingkungan tidak mendukung proses perkecambahan benih gulma. Benih gulma yang tersimpan di lahan sawah dengan kedalaman 20-30 cm diduga tidak mendapatkan oksigen yang cukup atau kondisi tanah hipoksia sehingga proses metabolisme seperti respirasi pada benih terhambat. Proses respirasi yang terhambat menyebabkan pemecahan cadangan makanan sebagai senyawa sederhana yang berfungsi sebagai energi dalam perkecambahan juga terhambat, sehingga proses perkecambahan tidak optimal.

Herzog *et al.* (2023) menjelaskan bahwa penggenangan air, intensitas cahaya, dan jenis jaringan tanaman merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi status kadar oksigen dalam jaringan tanaman secara signifikan. Faktor-faktor ini juga mempengaruhi proses perkembangan benih tumbuhan. Diaz-Cuadros *et al.* (2023) juga melaporkan bahwa kondisi kekurangan oksigen atau hipoksia menyebabkan keterlambatan pematangan sel akibat penurunan metabolisme pada mitokondria, seperti laju translasi protein. Kondisi ini menyebabkan perkembangan dan pertumbuhan benih tumbuhan menjadi terhambat.

Selain itu lahan sawah memiliki kondisi yang tergenang, sehingga benih gulma yang tersimpan di dalam lahan mengalami imbibisi yang tidak terkontrol dan menyebabkan kerusakan pada membran benih. Kerusakan membran benih akan berdampak pada keluarnya larutan elektrolit seperti kalium, natrium, dan lainnya dari dalam benih. Larutan elektrolit ini memiliki peranan yang penting dalam aktivitas metabolisme benih, ketika larutan elektrolit ini keluar maka terjadi penurunan viabilitas dan vigor benih yang menyebabkan benih tidak dapat berkecambah. Kondisi lahan sawah 20-30 cm juga menyebabkan kelembaban lingkungan menjadi tinggi dibandingkan dengan petakan kuadrat sampel lainnya, kelembaban yang tinggi juga dapat berpengaruh terhadap kerusakan benih dan menyebabkan benih gulma tidak tumbuh. Menurut Shaban (2013), kondisi lingkungan dengan kelembaban yang relatif tinggi akan mentransfer kelembaban tersebut ke benih sehingga menyebabkan kemunduran mutu benih menjadi lebih cepat.

Hasil analisis kerapatan nisbi (KR), frekuensi nisbi (FR), *summed dominance ratio* (SDR), dan *importance value index* (INP) pada jenis gulma yang tumbuh di lahan kering dan lahan sawah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kerapatan Nisbi (KR%), Frekuensi Nisbi (FR%), *Summed Dominance Ratio* (SDR%), dan Indeks Nilai Penting (INP)

Jenis Lahan	Tingkat Kedalaman	Jenis Gulma	KR (%)	FR (%)	SDR (%)	INP
Lahan Kering	0-10 cm	Patikan Kebo	82.48	33.33	57.91	115.81
		Meniran	10.95	33.33	22.14	44.28
		Rumput Teki	6.57	33.33	19.95	39.90
Lahan Kering	10-20 cm	Rumput Teki	25.58	33.33	29.46	58.91
		Patikan Kebo	69.77	33.33	51.55	103.10
		Meniran	4.65	33.33	18.99	37.98

Lahan Kering	20-30 cm	Rumput Teki	100	100	100	200
Lahan Sawah	0-10 cm	Babadotan	10	33.33	21.67	43.33
		Rumput Teki	30	33.33	31.67	63.33
		Patikan Kebo	60	33.33	46.67	93.33
		Patikan Kebo	75	50	62.50	125
Lahan Sawah	10-20 cm	Rumput Teki	25	50	37.50	75
Lahan Sawah	20-30 cm	Tidak ditemukan viable seed gulma	0	0	0	0

Tabel 2 Hasil analisis *summed dominance ratio* (SDR) dan *importance value index* (INP) menggambarkan struktur spesies gulma pada kedalaman dan tipe lahan yang berbeda. Utami *et al.* (2020) menjelaskan bahwa gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh dalam waktu tertentu dan tidak dikehendaki oleh petani atau *planter*. Gulma yang tumbuh di areal budidaya tanaman sangat beragam jenisnya dan dominansinya. Gulma yang memiliki dominansi yang tinggi akan merugikan dan dapat menurunkan hasil tanaman.

Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa Patikan Kebo memiliki nilai SDR tertinggi di lahan kering dan lahan sawah pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm, hasil ini menunjukkan bahwa jenis gulma patikan kebo memiliki kemampuan adaptasi dan daya saing yang lebih tinggi dibandingkan spesies gulma lainnya sehingga Patikan kebo memiliki populasi yang tinggi. Selain itu, patikan kebo memiliki benih yang keras sehingga sulit mengalami kerusakan pada kondisi yang sub-optimum. Patikan kebo merupakan golongan gulma berdaun lebar. Penelitian Jumatang *et al.* (2020) juga menyimpulkan bahwa patikan kebo merupakan gulma dari Familia Euphorbiaceae paling banyak ditemukan di lokasi penelitian, karena mampu bertahan hidup selama setahun dan berkembang biak

dengan biji. Gulma ini juga memiliki sistem perakaran tunggang sehingga gulma lebih kokoh dibandingkan gulma rumput dan gulma tekian.

Hasil penelitian Fathiya dan Yulisma (2023) juga menjelaskan bahwa gulma patikan kebo memiliki cabang merunduk dengan tinggi mencapai 60 cm. patikan kebo memiliki getah serta bentuk biji lonjong berkerut, berwarna merah muda kecoklatan, dan tekstur keras. Ghosh *et al.* (2019) juga menjelaskan bahwa gulma patikan kebo sering ditemukan di dataran rendah, sawah, kebun, tempat sampah, dan dipinggir jalan. Patikan kebo dapat tumbuh pada kondisi kering dan lembab. Menurut Arsyad *et al.* (2024), spesies gulma dominan yang ditunjukkan dari nilai SDR dan INP tinggi, berpotensi menekan pertumbuhan tanaman budidaya atau tanaman utama melalui kompetisi terhadap unsur hara, air, dan cahaya.

Selain patikan kebo, juga ditemukan gulma dari famili gulma rumputan dan tekian namun nilai SDR dan INP lebih rendah dibandingkan gulma patikan kebo. Reznicek (2021) menjelaskan bahwa Sebagian besar gulma dari golongan rumputan berkembang biak menggunakan organ generatif seperti benih dan organ vegetatif seperti stolon atau rimpang, sehingga gulma ini termasuk gulma

tahunan. Sedangkan gulma tekian yang termasuk familia Cyperaceae Sebagian besar berkembang biak hanya menggunakan organ generatif seperti benih, sehingga gulma ini termasuk gulma semusim. Gulma tekian memiliki batang yang tidak beruas, tegak ke atas, batangnya tidak berlubang, dan memiliki akar serabut. Menurut Setiawan *et al.* (2022), gulma rumputan dan gulma tekian termasuk ke dalam tumbuhan golongan C4, sehingga membutuhkan intensitas cahaya yang lebih tinggi untuk mencapai titik kompensasi cahaya, sehingga ketika gulma mendapatkan intensitas cahaya yang rendah maka pertumbuhannya menjadi terbatas.

Hasil analisis pada Tabel 2 juga dapat menggambarkan spesies gulma yang dominan di lahan kering dan di lahan sawah berdasarkan nilai SDR dan INP dari gulma tersebut. Analisis ini dapat membantu dalam penentuan tindakan pengendalian gulma yang tepat, sehingga gulma tidak mengganggu pertumbuhan tanaman dari persaingan unsur hara, cahaya, air, dan lainnya. Imaniasita *et al.* (2020) juga menjelaskan bahwa sebaran gulma pada tiap daerah berbeda-beda, sesuai dengan faktor yang mempengaruhinya. Identifikasi gulma serta pengenalan jenis-jenis gulma yang dominan di suatu lahan budidaya merupakan Langkah awal dalam menentukan keberhasilan pengendalian gulma.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman dan kerapatan *soil seed bank* gulma banyak ditemukan pada kedalaman tanah 0-20 cm dan menurun seiring bertambahnya kedalaman tanah, baik pada lahan kering maupun lahan sawah. Hasil ini menunjukkan bahwa kedalaman tanah merupakan faktor utama terhadap munculnya gulma diawal fase penanaman. Dominansi *Euphorbia hirta* yang ditunjukkan melalui nilai SDR dan INP tertinggi pada kedua tipe lahan mengindikasikan bahwa gulma ini

merupakan kompetitor utama tanaman budidaya.

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa pengelolaan gulma perlu difokuskan pada tanah lapisan atas melalui pengendalian dini sebelum dan awal musim tanam. Pada lahan kering, perlu dilakukan pengolahan tanah yang selektif dan pengendalian mekanis awal untuk menekan perkecambahan benih gulma, sedangkan pada lahan sawah perlu dilakukan pengelolaan penggenangan yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan viabilitas benih gulma pada lapisan tanah yang lebih dalam. Pengendalian gulma berbasis distribusi vertikal *seed bank* dan spesies yang dominan ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengendalian gulma sekaligus mendukung praktik budidaya yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anju, M. V., Rekha, R. W., & Kunhikannan, C. (2022). Significance of soil seed bank in forest vegetation: A review. *Seeds*, 1, 181–197.
- Arsyad, M., Pertiwi, E. D., & Masjid, R. J. (2025). Keanekaragaman dan dominansi gulma pada fase kritis tanaman jagung di Kecamatan Taluditi Kabupaten Pohuwato. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 13(3), 286–299.
- Díaz-Cuadros, M., Miettinen, T. P., Skinner, O. S., Sheedy, D., Díaz-García, C. M., Gapon, S., Hubaud, A., Yellen, G., Manalis, S. R., & Oldham, W. M. (2023). Metabolic regulation of species-specific developmental rates. *Nature*, 613(7944), 550–557.
- Fathiya, N., & Yulisma, A. (2023). Potensi tumbuhan liar patikan kebo (*Euphorbia hirta*) sebagai tumbuhan obat: Studi literatur. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4), 7571–7579.
- Ghosh, P., Ghosh, C., Das, S., Das, C., Mandal, S., & Chatterjee, S. (2019).

- Botanical description, phytochemical constituents and pharmacological properties of *Euphorbia hirta* Linn: A review. *International Journal of Health Sciences & Research*, 9(3), 173–186.
- Herzog, M., Pellegrini, E., & Pedersen, O. (2023). A meta-analysis of plant tissue O₂ dynamics. *Functional Plant Biology*, 50(7), 519–531.
- Imaniasita, V., Liana, T., & Pamungkas, D. S. (2020). Identifikasi keragaman dan dominansi gulma pada lahan pertanaman kedelai. *Agrotechnology Research Journal*, 4(1), 11–16.
- Jumatang, E., Tambaru, E., & Masniawati, A. (2020). Identifikasi gulma di lahan tanaman talas jepang *Colocasia esculenta* L. Schott var. *Antiquorum* di Desa Congko Kecamatan Marioriwawo Kabupaten Soppeng. *Jurnal Biologi Makassar*, 5(1), 69–78.
- Mall, U., & Singh, G. S. (2014). Soil seed bank dynamics: History and ecological significance in sustainability of different ecosystems. In *Environment and Sustainable Development* (pp. 31–46). Springer.
- Melinda, L. H., Owen, M. D. K., & Bucher, D. D. (1998). Effects of crop and weed management on density and vertical distribution of weed seeds in soil. *Argon Journal*.
- Mekonnen, M. A. (2016). Soil seed bank and natural regeneration of trees. *Journal of Sustainable Development*, 9(2), 73–77.
- Putra, F. P., Yudono, P., & Waluyo, D. S. (2018). Perubahan komposisi gulma pada sistem tumpangsari padi gogo dengan kedelai di lahan pasir pantai. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 46(1), 33–41.
- Rahmadi, A., et al. (2023). Keragaman spesies gulma berdasarkan tingkat kedalaman tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika*, 8(2), 101–110.
- Reznicek, A. A. (2021). *Cyperaceae. Encyclopaedia Britannica*. <https://www.britannica.com/plant/Cyperaceae>
- Sastroutomo, S. S. (1990). *Ekologi gulma*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Setiawan, A. N., Sarjiyah, S., & Rahmi, N. (2022). Keanekaragaman dan dominansi gulma pada berbagai proporsi populasi tumpangsari kedelai dengan jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(2), 177–185.
- Shaban, M. (2013). Review on physiological aspects of seed deterioration. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(11), 627–631.
- Sudjana. (2005). *Metode statistika*. Penerbit Tarsito.
- Tustiyani, I., Nurjanah, D. R., Maesyaroh, S. S., & Mutakin, J. (2019). Identifikasi keanekaragaman dan dominansi gulma pada lahan pertanaman jeruk (*Citrus sp.*). *Kultivasi*, 18(1), 779–783.
- Utami, S., Murningsih, M., & Muhammad, F. (2020). Keanekaragaman dan dominansi jenis tumbuhan gulma pada perkebunan kopi di hutan wisata Nglimut, Kendal, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 411–416.
- Wang, W. J., Ren, H., Yang, L., Li, D., & Guo, Q. (2009). Soil Seed Banks in Four 22-Year-Old Plantations in South China: Implications for Restoration. *Forest Ecology and Management*, 258, 2000–2006.
- Wildan Lubis, W. U. H., & Nurhajjah. (2022). Identifikasi jenis dan nilai summed dominance ratio (SDR) gulma di lahan kering. *Radikula: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(1), 20–25.