

**EFIKASI HERBISIDA THIENCARBAZONE-METHYL+ISOXAFLUTOLE TERHADAP
PENGENDALIAN GULMA DAN HASIL TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

**THE EFFICACY OF THIENCARBAZONE-METHYL+ISOXAFLUTOLE HERBICIDE EFFECT ON
WEEDS CONTROL AND THE YIELD OF MAIZE (*Zea mays* L.)**

Irawati Chaniago^{1*}, Ardi¹, Doni Hariandi¹, Winda Purnama Sari¹, Adi Purnama²

¹ Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat

*Korespondensi: irawati@agr.unand.ac.id

Diterima : 21 Mei 2023 / Disetujui : 29 Juli 2023

ABSTRAK

Tanaman jagung merupakan tanaman pangan penting kedua dan menjadi bahan baku industri pakan. Seperti tanaman lainnya, tanaman jagung juga tidak dapat terhindar dari interaksi dan asosiasi dengan gulma. Keberadaan gulma pada pertanaman jagung dapat menimbulkan kerugian ekonomis. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh efikasi herbisida thiencazone-methyl+isoxaflutole yang diaplikasikan pada waktu berbeda terhadap pengendalian gulma dan hasil tanaman jagung telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 sampai Februari 2023 pada tanah ultisol kampus Universitas Andalas Limau Manis, Padang. Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 10 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan adalah tanpa pengendalian gulma, berbagai dosis herbisida thiencazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ yaitu 250 mL ha⁻¹, 300 mL ha⁻¹, 350 mL ha⁻¹, dan 400 mL ha⁻¹ yang masing-masing diaplikasikan pada 2 dan 10 HST, dan pengendalian gulma secara manual. Herbisida thiencazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ dosis 250 hingga 400 mL ha⁻¹ efektif mengendalikan gulma *Erechtites valerianifolia*, *Oxalis barrelieri*, dan *Asplenium rhizophyllum*. Herbisida dosis 350 mL ha⁻¹ diaplikasikan 2 HST menurunkan hingga 93% bobot kering gulma m⁻² pada 6 MST. Pengendalian dengan herbisida dapat meningkatkan hasil jagung per ha sebesar 72,20% dibandingkan perlakuan tanpa pengendalian gulma tanpa menimbulkan gejala fitotoksisitas pada tanaman jagung.

Kata kunci: Gulma, Isoxaflutole, Jagung, SDR, Thiencazone-methyl

ABSTRACT

Maize is a second important food crop, its yield is the raw material for the feed industry. As for other crops, maize can not avoid weed association and interference. Weed may cause farmers' economic loss. An experiment to determine the efficacy of thien carbazon methyl+isoxaflutole herbicide and its effects to control weeds and maize yield was conducted from October 2022 to February 2023 at Ultisol of Universitas Andalas, Limau Manis, Padang. The experimental units were laid out according to a completely randomized block design (CRBD) with 10 treatments and three replications. The treatment was different types of weed control namely: no weeding, various doses of herbicide thien carbazon-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ i.e 250 mL ha⁻¹, 300 mL ha⁻¹, 350 mL ha⁻¹, and 400 mL ha⁻¹ applied at 2 and 10 DAP, respectively, and manual weeding. Herbicide thien carbazon-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ effectively controlled *Erechtites valerianifolia*, *Oxalis barrelieri*, and *Asplenium rhizophyllum*. Herbicide at 350 mL ha⁻¹ applied dose at 2 DAP reduced weed dry weight per m² as much as 93% at 6 WAP. Weed control by herbicide application increased 72.20% of maize yield per ha compared to the no-weed-control treatment group without causing phytotoxicity on maize plants.

Keywords: Isoxaflutole, Maize, SDR, Tien carbazon-methyl, Weed

PENDAHULUAN

Tanaman jagung menjadi komoditas sereal penting kedua setelah padi di Indonesia. Biji jagung yang merupakan produk utama hasil panen memiliki nilai ekonomis yang sangat penting disebabkan karena nilai gizi yang dikandungnya. Kebutuhan jagung dalam negeri lebih didominasi untuk pemenuhan industri olahan seperti pakan ternak yang volumenya jauh melebihi industri olahan pangan manusia. Namun demikian dibutuhkan strategi khusus untuk pengembangan tanaman jagung agar memberi nilai tambah bagi petani (Prasetya *et al.*, 2022). Berbagai upaya terus dilakukan untuk pengembangan budidaya tanaman jagung termasuk dengan memanfaatkan lahan marginal seperti tanah ultisol (Tarigan & Nelvia, 2020) dengan penambahan bahan pembenah tanah.

Perkembangan teknologi budidaya tanaman pangan termasuk jagung,

tanaman hortikultura, ataupun tanaman perkebunan terus diupayakan secara berkelanjutan. Pertanian berkelanjutan melibatkan berbagai aspek yang saling terkait seperti pengelolaan air yang efektif dan efisien, optimasi daya dukung lahan, menjaga keseimbangan biodiversitas, meningkatkan kualitas tanah, dan optimasi budidaya dan pengelolaan tanaman (Andert, 2021; Boix-Fayos & de Vente, 2023). Salah satu upaya optimasi budidaya dan pengelolaan tanaman adalah melalui tindakan pengendalian organisme pengganggu tanaman seperti gulma.

Keberadaan dan asosiasi gulma dapat menekan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung yang dapat menurunkan hasil panen (Grzanka *et al.*, 2022; Mhlanga *et al.*, 2022). Gulma yang tidak dikendalikan selama periode kritis, yaitu 30 hari pertama dari pertumbuhan jagung, dapat menyebabkan penurunan hasil sekitar 20-50% (Fuadi & Wicaksono, 2018). Gulma dominan pada pertanaman jagung adalah genus *Setaria* (25% ± 6%) dan *Echinochloa crus-galli* (23%

$\pm 8\%$) (Loureiro *et al.*, 2019). Beberapa penelitian pengendalian gulma pada pertanaman jagung telah dilaporkan antara lain: herbisida berbahan aktif ametrin dan paraquat yang mampu mengendalikan dan merubah komposisi gulma serta meningkatkan hasil tanaman jagung (Alhuda & Nugroho, 2017). Aplikasi campuran herbisida atrazine+mesotrion terbukti mampu menekan pertumbuhan gulma *Ageratum conyzoides*, *Richardia brasiliensis*, *Synedrella nodiflora*, namun tidak menimbulkan gejala fitotoksisitas pada tanaman jagung di daerah Sumedang, Jawa Barat (Umiyati *et al.*, 2019). Pengujian campuran herbisida tienkarbazon metil 68 g L⁻¹ dan tembotrion 345 68 g L⁻¹ juga telah terbukti mengendalikan gulma dari jenis berdaun lebar dan rumputan hingga 6 minggu setelah aplikasi tanpa menyebabkan gejala fitotoksisitas pada tanaman jagung (Kurniadie *et al.*, 2021).

Periode kritis persaingan gulma dengan tanaman budidaya telah dipublikasikan antara lain: pada tanaman bawang merah (Souza *et al.*, 2021), tanaman brokoli (Latif *et al.*, 2021), dan tanaman jagung (Lou *et al.*, 2022; Safdar *et al.*, 2015; Tursun *et al.*, 2016). Periode kritis pengendalian gulma ini penting diketahui untuk menentukan waktu yang tepat dalam pengendalian gulma agar kerugian hasil akibat interaksi gulma dan tanaman budidaya dapat diminimalisir.

Data Badan Pusat Statistika Sumatra Barat menyatakan bahwa Sumatera Barat memiliki luas panen tanaman jagung sebesar 135.559,40 ha pada tahun 2019 dan terus menurun menjadi 134.671,20 ha pada tahun 2021. Penurunan luas panen sebesar hampir 1000 hektar telah mengurangi produksi jagung Sumatera Barat sebesar 6.830 ton (BPS, 2022). Agar penurunan produksi tidak terus terjadi, maka

diperlukan tindakan perbaikan teknik budidaya dan input produksi seperti pengendalian gulma. Penelitian tentang aplikasi herbisida pada budidaya tanaman jagung di Sumatera Barat belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang aplikasi herbisida dalam budidaya tanaman jagung. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efikasi dosis herbisida berbahan aktif campuran thienkarbazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ yang diaplikasikan pada waktu berbeda dan pengaruhnya terhadap pengendalian gulma dan hasil tanaman jagung varietas Bisi 18 pada tanah ultisol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 - Februari 2023 di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas (0°54'35.08"S dan 100°28'36.18"T) dengan ketinggian tempat 386 m dpl. Jenis tanah di lokasi penelitian adalah Ultisol. Total curah hujan bulanan selama penelitian adalah 589,2 mm (Oktober 2022), 816,6 mm (November 2022), 441 mm (Desember 2022), 427,7 mm (Januari 2023) dan 240 mm (Februari 2023) dan lama penyinaran 82-137,4 jam/bulan.

Bahan yang digunakan antara lain jagung varietas Bisi 18, herbisida Adengo® 315 SC (berbahan aktif thienkarbazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹), insektisida Decis® 25 EC, fungisida Antracol® 70 WP, pupuk (Urea, SP-36, KCl), dolomit, dan pupuk kandang sapi. Alat yang digunakan antara lain adalah *knapsack sprayer*, *nozzle flat fan*, sarung tangan, alat olah tanah, oven listrik, timbangan, dan alat tulis.

Penelitian berbentuk eksperimen dilaksanakan menurut rancangan acak kelompok (RAK) dengan 10 perlakuan faktor

tunggal dan 3 ulangan. Perlakuan dalam percobaan ini adalah pengendalian gulma dengan beberapa dosis herbisida thiencazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ yang diaplikasikan pada waktu berbeda, pengendalian secara manual dan tanpa pengendalian gulma seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Perlakuan pengendalian gulma secara manual dilakukan sekali seminggu pada umur 2 sampai 6 MST. Aplikasi herbisida dilakukan ke tanah dan tanaman dari ketinggian 45 cm dengan volume semprot 500 L ha⁻¹ dan tekanan pompa sebesar 0,7-1,0 kg cm⁻².

Tabel 1. Rancangan perlakuan

Perlakuan	Dosis (mL ha ⁻¹)	Waktu aplikasi (HST)
TP	-	-
P1	250	2
P2	250	10
P3	300	2
P4	300	10
P5	350	2
P6	350	10
P7	400	2
P8	400	10
PM	-	2-6 MST (setiap minggu)

Satuan percobaan terdiri atas plot berukuran 2 m x 2,25 m yang diberi pupuk kandang sebanyak 5 t ha⁻¹ dan dolomit sebanyak 2 t ha⁻¹ pada waktu pengolahan lahan. Benih jagung ditanam secara tugal pada kedalaman 3 cm dan jarak tanam 75 cm x 20 cm. Pemupukan diberikan secara larikan dengan dosis 150 kg N + 30 kg P₂O₅ +

45 kg K₂O ha⁻¹. Pemupukan dilakukan dua kali yaitu saat jagung berumur 10 HST dan 38 HST. Pengendalian organisme pengganggu tanaman dilakukan secara manual dan aplikasi pestisida Decis® 25 EC konsentrasi 0,5 mL L⁻¹ dan fungisida Antracol® 70 WP konsentrasi 5 g L⁻¹.

Pengambilan sampel gulma dilakukan dua kali yaitu saat tanaman berumur 4 dan 6 MST dengan cara kuadran berukuran 50 cm x 50 cm pada dua petak sampel berbeda untuk setiap satuan percobaan pada setiap waktu pengambilan sampel. Gulma diambil beserta akarnya, dibersihkan, ditentukan jumlah dan jenisnya, ditimbang bobot segarnya, dikeringovenkan pada suhu 80°C selama 48 jam, dan ditimbang berat keringnya. Penentuan jenis gulma dilakukan dengan mengacu kepada buku manual identifikasi gulma (Naidu, 2012; Sriyani *et al.*, 2014). Selanjutnya data gulma digunakan untuk menetapkan dominansi gulma melalui nilai *summed dominance ratio* (SDR) menurut Janiya dan Moody (Rahayu *et al.*, 2019).

Penghitungan nilai SDR dilakukan dengan menghitung beberapa komponen sebagai berikut:

1. Kerapatan mutlak (KM) suatu jenis = jumlah individu suatu jenis ditemukan pada seluruh petak sampel. Kerapatan nisbi (KN) suatu jenis = (nilai KM suatu jenis/nilai KM seluruh jenis) x 100%.
2. Frekuensi mutlak (FM) suatu jenis = jumlah petak sampel yang memuat jenis tersebut. Frekuensi nisbi (FN) suatu jenis = (nilai FM suatu jenis/nilai FM seluruh jenis) x 100%.
3. Dominansi mutlak (DM) suatu jenis = jumlah bobot kering gulma jenis tersebut pada semua petak sampel. Dominansi nisbi (DN) suatu jenis = (nilai DM suatu jenis/nilai DM seluruh jenis) x 100%.

4. Nilai SDR = (KN + FN + DN)/3

Peubah pengamatan pada penelitian ini meliputi nilai SDR, persentase penutupan gulma kategori Braun-Blanquet (van der Maarel, 2007), bobot kering gulma (setelah dikering ovenkan pada suhu 80°C selama 48 jam), gejala fitotoksisitas pada tanaman jagung, bobot segar tongkol, bobot pipilan jagung kering per tanaman (pada KA 14%), bobot 1000 biji, dan hasil pipilan kering.

Persentase penutupan gulma kategori Braun-Blanquet (van der Maarel, 2007) diamati secara visual pada 11; 18; 25; 32; dan 39 HSA dengan kriteria sebagai berikut:

- 0-5% = 1 (tidak ada gulma);
- 6-25% = 2 (gulma jarang);
- 26-50% = 3 (gulma sedang);
- 51-75% = 4 (gulma lebat);
- 76-100% = 5 (gulma menutup seluruh area).

Gejala fitotoksisitas pada tanaman jagung diamati secara visual pada 3, 4, dan 5 MST atau masing-masing pada 11, 18, dan 25 hari setelah aplikasi (HSA) herbisida. Fitotoksisitas pada tanaman jagung dihitung sebagai persentase tanaman yang mengalami gejala keracunan dari semua tanaman pada setiap satuan percobaan yang dihitung sebagai skoring fitotoksisitas (Komisi-Pestisida, 1989). Kriteria skoring fitotoksisitas tanaman adalah sebagai berikut:

- 0 = tidak ada keracunan, 0 - 5 % bentuk daun atau warna daun, dan/atau pertumbuhan tanaman tidak normal;
- 1 = keracunan ringan, > 5% - 20% bentuk daun atau warna daun, dan/atau pertumbuhan tanaman tidak normal;
- 2 = keracunan sedang, > 20% - 50% bentuk daun atau warna daun, dan/atau pertumbuhan tanaman tidak normal;
- 3 = keracunan berat, > 50% - 75%

bentuk daun atau warna daun, dan/atau pertumbuhan tanaman tidak normal;

- 4 = keracunan sangat berat, > 75% bentuk daun atau warna daun, dan/atau pertumbuhan tanaman tidak normal sampai tanaman mati.

Data bobot kering gulma, komponen hasil dan hasil per ha tanaman jagung dianalisis statistika dengan sidik ragam dan perbandingan nilai tengah menurut DNMRT pada taraf 5% menggunakan perangkat lunak *Statistical Tool for Agricultural Research* (STAR®).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dominansi gulma

Berbagai dosis dan waktu aplikasi herbisida thiencazabone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ menyebabkan terjadinya dinamika populasi gulma yang berasosiasi dengan tanaman jagung. Tujuh belas spesies gulma berhasil diidentifikasi pada 4 MST dan sebanyak 21 spesies ditemukan pada 6 MST (Tabel 2 dan Tabel 3).

Data pada Tabel 2 menunjukkan 17 spesies gulma ditemukan pada percobaan ini kecuali pada perlakuan penyiangan gulma secara manual. Hal ini disebabkan karena perlakuan penyiangan secara manual dilakukan setiap minggu pada 2 sampai 6 MST sehingga tidak ditemukan gulma pada 4 dan 6 MST. Tiga gulma dominan pada umur tanaman jagung 4 MST adalah dari kelompok gulma berdaun lebar yaitu *Ageratum conyzoides*, *Borreria alata*, dan *Caladium sp.* Sedangkan gulma dominan jenis rerumputan yang ditemukan adalah *Cynodon dactylon* dan *Cyperus brevifolius*.

Pada pengamatan 4 MST jagung, beberapa jenis gulma seperti *Erechtites valerianifolia*, *Asplenium rhizophyllum*, dan *Oxalis barrelieri* terdampak oleh herbisida pada semua perlakuan dosis dan waktu aplikasi. Ketiga jenis gulma tersebut hanya ditemukan pada perlakuan tanpa pengendalian gulma dengan nilai SDR masing-masingnya 2,5%, 3,3%, dan 2,0%.

Selanjutnya, pada pengamatan 6 MST (Tabel 3) tidak ada gulma yang terdampak

sepenuhnya oleh semua dosis dan waktu aplikasi herbisida. Gulma *Asystasia gangetica* tidak ditemukan pada semua perlakuan dosis herbisida thien carbazone-methyl+isoxaflutole dan waktu aplikasi herbisida kecuali pada dosis 400 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST dengan nilai SDR 2,8% yang menunjukkan bahwa gulma jenis ini sangat sedikit ditemukan.

Tabel 2. Nilai *summed dominance ratio* (SDR) gulma pada 4 MST dengan berbagai perlakuan dosis dan waktu aplikasi herbisida thien carbazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹

No.	Gulma	Jenis	SDR (%)									
			TP	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	PM
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	DL	14,8	8,7	16,6	6,1	10,8	-	7,2	3,9	5,8	-
2	<i>Axonopus compressus</i>	DL	10,3	-	2,4	-	-	-	-	5,7	-	-
3	<i>Borreria alata</i>	DL	31,7	28,9	24,9	25,0	20,2	22,2	22,5	17,5	20,6	-
4	<i>Boreria latifolia</i>	DL	1,9	-	3,7	-	3,4	-	-	-	6,1	-
5	<i>Caladium sp</i>	DL	-	3,2	10,8	4,5	10,3	23,6	9,2	6,1	4,7	-
6	<i>Cynodon dactylon</i>	R	9,5	10,9	25,5	25,4	23,4	25,5	22,3	5,3	21,1	-
7	<i>Cyperus brevifolius</i>	T	6,6	6,4	-	12,4	10,9	-	20,7	34,6	20,4	-
8	<i>Scleria sumatrensis</i>	T	5,0	21,6	6,6	-	-	13,0	-	5,4	-	-
9	<i>Eleusine indica</i>	R	-	-	-	5,6	4,9	-	-	-	-	-
10	<i>Imperata cylindrica</i>	R	-	15,4	-	14,6	6,0	-	4,4	8,8	3,8	-
11	<i>Mimosa pudica</i>	DL	-	-	3,2	6,4	3,1	9,5	5,1	4,9	4,3	-
12	<i>Phyllanthus niruri</i>	DL	2,1	4,9	2,8	-	3,1	6,3	0,0	7,7	4,6	-
13	<i>Cleome rutidosperma</i>	DL	5,6	-	3,4	-	-	-	8,6	-	-	-
14	<i>Erechtites valerianifolia</i>	DL	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	<i>Fatoua villosa</i>	DL	4,6	-	-	-	3,8	-	-	-	8,5	-
16	<i>Asplenium rhizophyllum</i>	DL	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	<i>Oxalis barrelieri</i>	DL	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : TP= Tanpa pengendalian gulma; P1= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 250 ml ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST; P2= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 250 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST; P3= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 300 ml ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST; P4= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 300 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST; P5= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 350 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST; P6= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 350 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST; P7= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 400 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST; P8= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 400 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST; PM= Penyiangan secara manual.

- = gulma tidak ditemukan, DL = gulma berdaun lebar, R = gulma golongan rumput (*grasses*), T = gulma golongan teki-teki.

Gulma *Erechtites valerianifolia* yang tidak ditemukan pada 4 MST, akhirnya pada 6 MST ditemukan tumbuh pada unit percobaan dengan perlakuan dosis 250 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST dan 300 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST meskipun dengan nilai SDR yang rendah yaitu masing-masing 2,1% dan 2,3%. Sebaliknya, gulma

Oxalis barrelieri ditemukan pada 6 perlakuan pada 6 MST dengan nilai total SDR adalah 14,1%. Gulma *Asplenium rhizophyllum* tidak ditemukan saat pengambilan gulma pada 6 MST yang menjadi bukti bahwa gulma jenis ini terdampak oleh aplikasi herbisida thien carbazone-methyl + isoxaflutole.

Tabel 3. Nilai *summed dominance ratio* (SDR) gulma pada 6 MST dengan berbagai perlakuan dosis dan waktu aplikasi herbisida thien carbazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹

No.	Gulma	Jenis	SDR (%)									
			TP	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	PM
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	DL	19,3	14,2	24,6	15,4	9,2	21,1	12,7	13,5	12,6	-
2	<i>Arthraxon hispidus</i>	R	1,5	-	-	-	-	-	2,9	2,4	-	-
3	<i>Axonopus compressus</i>	R	6,7	-	2,1	-	-	5,4	-	4,3	-	-
4	<i>Asystasia gangetica</i>	DL	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-
5	<i>Borreria alata</i>	DL	21,2	33,9	22,8	25,3	23,9	22,7	18,9	6,4	22,6	-
6	<i>Boreria latifolia</i>	DL	3,5	3,0	2,9	9,0	2,0	-	7,5	18,3	-	-
7	<i>Caladium sp</i>	DL	1,3	-	5,8	1,9	8,9	7,1	8,4	2,8	7,8	-
8	<i>Cynodon dactylon</i>	R	9,7	8,2	2,3	6,2	8,5	15,1	5,3	2,6	6,8	-
9	<i>Cyperus brevifolius</i>	T	10,4	14,9	15,9	24,3	23,8	16,2	30,4	35,8	31,1	-
10	<i>Cyperus rotundus</i>	T	3,0	-	6,1	-	-	-	-	-	-	-
11	<i>Digitaria sanguinalis</i>	R	2,3	3,0	3,7	-	-	6,5	-	-	-	-
12	<i>Eleusine indica</i>	R	1,7	-	-	-	-	-	4,9	-	3,9	-
13	<i>Synedrella nodiflora</i>	DL	3,4	-	-	-	2,7	-	2,9	-	-	-
14	<i>Imperata cylindrica</i>	R	-	17,0	-	5,2	5,5	6,0	2,6	-	-	-
15	<i>Mimosa pudica</i>	DL	1,4	2,7	-	5,6	3,0	-	2,9	4,4	4,0	-
16	<i>Neanotis hirsuta</i>	DL	-	-	3,3	-	-	-	-	2,2	-	-
17	<i>Phyllanthus niruri</i>	DL	-	2,9	3,2	2,5	4,6	-	-	2,8	3,0	-
18	<i>Cleome rutidosperma</i>	DL	10,4	-	-	2,2	4,4	-	-	-	2,9	-
19	<i>Erechtites valerianifolia</i>	DL	-	-	2,1	2,3	-	-	-	-	-	-
20	<i>Fatoua villosa</i>	DL	1,3	-	3,0	-	-	-	-	2,4	-	-
21	<i>Oxalis barrelieri</i>	DL	2,9	-	2,3	-	3,6	-	0,6	2,1	2,6	-

Keterangan : TP= Tanpa pengendalian gulma; P1= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 250 ml ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST; P2= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 250 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST; P3= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 300 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST; P4= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 300 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST; P5= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 350 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST; P6= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 350 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST; P7= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 400 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 2 HST; P8= thien carbazone-methyl+isoxaflutole 400 mL ha⁻¹ diaplikasikan saat 10 HST; PM= Penyiangan secara manual.

- = gulma tidak ditemukan, DL = gulma berdaun lebar, R = gulma golongan rumput (*grasses*), T = gulma golongan teki-teki.

Gulma yang mendominasi lahan percobaan pada 6 MST yaitu *Ageratum conyzoides* dan *Boreria alata* dari golongan gulma berdaun lebar. Gulma dominan golongan rerumputan pada 6 MST adalah *Cyperus brevifolius* dan *Cynodon dactylon*. Species gulma yang sama ditemukan pada 4 dan 6 MST dapat menjadi indikasi adanya kelimpahan biji gulma (*weed seed bank*) tersebut pada lahan percobaan.

Perubahan komposisi gulma terjadi pada 4 dan 6 MST. Hal ini disebabkan herbisida thien carbazole-methyl+isoxaflutole bersifat kontak dan sistemik. Bagian gulma yang terkena langsung akan mengalami gejala klorosis dan diikuti dengan kematian. Sebagian herbisida akan ditranslokasikan ke bagian lain gulma melalui aliran fotosintat. Kelimpahan biji gulma di dalam tanah juga menjadi salah satu faktor penting dan penentu eksistensi suatu spesies gulma, keberlangsungan hidup, dan dominansi gulma pada suatu ekosistem. Kelimpahan biji gulma tersebut dipengaruhi berbagai faktor seperti pengelolaan lahan (Cabrera-Pérez *et al.*, 2022; Pinke *et al.*, 2022; Rahman *et al.*, 2012) dan aplikasi herbisida dalam praksis budidaya tanaman (Comeau & Fraser, 2018; Deligios *et al.*, 2019; Gazola *et al.*, 2022; Idziak & Woznica, 2020). Perubahan komposisi gulma yang tumbuh juga dipengaruhi oleh cara olah tanah (Chaniago *et al.*, 2023). Komposisi dan dominansi gulma akan menentukan rekomendasi pengendalian yang diterapkan dan teknik pengendalian yang dipilih harus tetap memperhatikan dampak minimal terhadap lingkungan (Antralina *et al.*, 2014). Aplikasi herbisida secara intensif juga menimbulkan dampak terjadinya resistensi gulma terhadap herbisida (Chaudhary *et al.*, 2021; Tyler, 2022; Vulchi *et al.*, 2022; Yu *et al.*, 2021) yang akan menambah akumulasi

biji gulma dalam tanah. Kelimpahan biji gulma akan terus bertambah sepanjang waktu dan biji-biji tersebut dapat berkecambah jika faktor lingkungan seperti air dan oksigen cukup tersedia.

Persentase penutupan gulma, bobot kering gulma, dan gejala fitotoksitas pada tanaman jagung

Pengaruh herbisida thien carbazole-methyl+isoxaflutole terhadap persentase penutupan gulma dan bobot kering gulma disajikan pada Tabel 4. Persentase penutupan gulma tertinggi ditemukan pada perlakuan tanpa penyiangan gulma dengan skor antara 2 sampai 5. Pada pengamatan 39 hari setelah aplikasi (HSA) gulma menutupi petak percobaan dalam kisaran 76-100% ketika gulma tidak dikendalikan.

Perlakuan herbisida dapat menekan pertumbuhan gulma dan dibuktikan dengan persentase penutupan berada pada rentang skor 1 sampai 2 yaitu persentase penutupan gulma termasuk dalam kategori tidak ada gulma sampai gulma jarang (maksimal penutupan gulma sebesar 25%).

Bobot kering gulma tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa penyiangan dan berbeda dengan perlakuan lainnya. Semua perlakuan aplikasi herbisida berpengaruh sama pada penekanan pertumbuhan gulma (71,53% - 93,42%). Data ini sejalan dengan hasil penelitian lain tentang keberhasilan penekanan pertumbuhan gulma karena aplikasi herbisida pada tanaman jagung (Grzanka *et al.*, 2022; Loureiro *et al.*, 2019), pada gulma ciplukan (*Physalis angulata*) (Khodadadi *et al.*, 2023), bahkan penekanan pertumbuhan gulma pada jenis tanah yang berbeda di Propinsi Sichuan, China (Liang *et al.*, 2023). Perlakuan penyiangan secara manual dapat menyebabkan penekanan pertumbuhan gulma hingga 100%. Hal ini disebabkan karena penyiangan gulma

dilakukan setiap minggu sampai dengan 6 MST yaitu sampai pengamatan terakhir persentase penutupan gulma. Dalam penelitian ini tidak ditemukan gejala fititoksisitas pada tanaman jagung akibat

perlakuan herbisida thien carbazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹. Hal ini membuktikan bahwa dosis yang diaplikasikan masih dalam batas aman dan tidak meracuni tanaman jagung.

Tabel 4. Data persentase penutupan gulma dan bobot kering gulma pada berbagai dosis dan waktu aplikasi herbisida thien carbazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹

Perlakuan	Persentase penutupan gulma*					Bobot kering gulma (g.m ⁻²)
	11 HSA	18 HSA	25 HSA	32 HSA	39 HSA	
	Skor					
Tanpa Pengendalian	2	3	3	4	5	14,75 a
250 mL ha ⁻¹ saat 2 HST	1	1	1	1	2	3,44 b
250 mL ha ⁻¹ saat 10 HST	1	1	1	1	2	1,34 bc
300 mL ha ⁻¹ saat 2 HST	1	1	1	1	2	1,51 bc
300 mL ha ⁻¹ saat 10 HST	1	1	1	1	2	1,14 bc
350 mL ha ⁻¹ saat 2 HST	1	1	1	1	1	0,97 bc
350 mL ha ⁻¹ saat 10 HST	1	1	1	1	2	4,12 b
400 mL ha ⁻¹ saat 2 HST	1	1	1	1	1	4,20 b
400 mL ha ⁻¹ saat 10 HST	1	1	1	1	2	3,04 b
Penyiangan Secara Manual	1	1	1	1	1	0,00 c

Keterangan: Angka bobot kering gulma pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR 5%.

*persentase penutupan gulma dilakukan dalam rentang hari setelah aplikasi herbisida yang kedua (yang dilakukan pada 10 HST). HSA = hari setelah aplikasi. Skor 1= 0-5% (tidak ada gulma); skor 2= 6-25% (gulma jarang); skor 3= 26-50% (gulma sedang); skor 4= 51-75% (gulma lebat); dan skor 5= 76-100% (gulma menutup seluruh area). Skoring data persentase penutupan gulma dilakukan menurut kategori Braun-Blanquet (van der Maarel, 2007).

Bobot segar tongkol, bobot pipilan jagung kering per tanaman, bobot 1000 biji, dan hasil pipilan kering

Data terkait dengan komponen hasil dan hasil tanaman jagung karena perlakuan thien carbazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ pada tanaman jagung var. Bisi 18 disajikan pada Tabel 5. Tindakan pengendalian gulma menyebabkan peningkatan bobot segar tongkol jagung var. Bisi 18 dan berbeda dengan bobot segar tongkol pada perlakuan tanpa penyiangan gulma. Tren yang sama juga ditemukan pada peubah bobot pipilan kering dan hasil per hektar. Bobot segar tongkol dan bobot pipilan kering lebih tinggi pada perlakuan pengendalian gulma dibandingkan dengan perlakuan tanpa

pengendalian. Hal ini juga sejalan dengan kondisi lahan dimana pada perlakuan tanpa penyiangan gulma persentase penutupan gulma jauh lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pengendalian gulma (Tabel 4). Gulma yang tidak dikendalikan dapat menyebabkan terjadinya persaingan dalam mendapatkan sumber daya yang dibutuhkan untuk pertumbuhan seperti air dan hara mineral (Alba *et al.*, 2022; Manalil *et al.*, 2017; Molinari *et al.*, 2020; Moreau *et al.*, 2021; Schuster *et al.*, 2020) serta interaksi gulma dan tanaman melalui peristiwa alelopati (Guo *et al.*, 2022; Hussain *et al.*, 2022; Reiss *et al.*, 2018; Ullah *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2020).

Sebaliknya, perlakuan pengendalian gulma memberikan pengaruh yang sama

terhadap bobot 1000 biji dengan nilai rerata semua perlakuan adalah 269,74 g (89,02% dari rerata bobot 1000 biji var. Bisi 18 menurut deskripsi tanaman). Penelitian ini mendapatkan hasil tertinggi jagung pada perlakuan pengendalian gulma secara manual yaitu 6,05 t ha⁻¹. Hal ini dapat menjadi suatu keniscayaan karena penyiangan gulma dilakukan setiap minggu dalam rentang umur tanaman 2-6 MST. Kondisi yang bebas gulma sampai 6 MST ini tentunya menguntungkan tanaman karena tidak terjadi kompetisi dalam memenuhi

kebutuhan air dan unsur hara antara tanaman jagung dengan gulma. Penyiangan gulma secara manual dan aplikasi herbisida dosis 350 dan 400 mL ha⁻¹ menunjukkan hasil pipilan kering yang sama. Kedua cara pengendalian gulma ini hanya menyebabkan perbedaan hasil panen antara 9,2% - 16,8% yang secara statistika tidak berbeda. Pengendalian gulma secara manual tentunya hanya efektif dan ekonomis dilakukan pada lahan pertanian jagung yang tidak luas seperti penanaman di pekarangan atau kebun belakang rumah.

Tabel 5. Bobot segar tongkol, bobot pipilan jagung kering, bobot 1000 biji, dan hasil tanaman jagung var. Bisi 18 pada berbagai dosis dan waktu aplikasi herbisida thien carbazone-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹

Perlakuan	Bobot segar tongkol (g tan ⁻¹)	Bobot pipilan kering (g tan ⁻¹)	Bobot 1000 biji (g)	Hasil pipilan kering (ton ha ⁻¹)
Tanpa Pengendalian	103,20 b	54,63 c	251,66	2,95 d
250 mL ha ⁻¹ diaplikasikan 2 HST	157,23 a	86,60 b	264,68	4,83 bc
250 mL ha ⁻¹ diaplikasikan 10 HST	145,63 a	82,03 b	272,15	5,04 bc
300 mL ha ⁻¹ diaplikasikan 2 HST	148,03 a	85,97 b	268,58	4,46 c
300 mL ha ⁻¹ diaplikasikan 10 HST	156,60 a	94,40 ab	268,23	5,04 bc
350 mL ha ⁻¹ diaplikasikan 2 HST	160,27 a	98,80 ab	275,11	5,18 abc
350 mL ha ⁻¹ diaplikasikan 10 HST	172,83 a	104,87 ab	275,49	5,37 abc
400 mL ha ⁻¹ diaplikasikan 2 HST	157,33 a	94,33 ab	271,04	5,18 abc
400 mL ha ⁻¹ diaplikasikan 10 HST	158,70 a	94,67 ab	273,55	5,54 ab
Penyiangan Secara Manual	190,40 a	116,53 a	276,95	6,05 a

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%.

Namun demikian penyiangan secara manual ini tentunya tidak ekonomis jika diaplikasikan pada lahan yang luas karena membutuhkan upah tenaga kerja yang jauh lebih besar dibandingkan dengan aplikasi herbisida. Oleh karena itu alternatif pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan herbisida thien carbazone-methyl+isoxaflutole dosis 350 mL ha⁻¹ yang diaplikasikan 2 atau 10 HST.

Penelitian ini mendapatkan hasil jagung 6,05 t ha⁻¹ yang 33,5% lebih rendah dari rerata potensi hasil pipilan kering jagung var. Bisi 18. Hasil yang lebih rendah ini

disebabkan karena kurang optimalnya lingkungan tempat tumbuh tanaman seperti tanah Ultisol yang miskin hara dengan derajat kemasaman yang tinggi meskipun telah diberikan kapur dolomit pada waktu persiapan lahan tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi kapur dolomit pada tanah Ultisol Kebun Percobaan Fakultas Pertanian UNAND Kampus Limau Manis hanya mampu meningkatkan nilai pH H₂O sebesar 0,35, unsur P tersedia sebanyak 1,03 ppm, dan kapasitas tukar kation sebesar 10,49 cmolc kg⁻¹ (Maulana *et al.*, 2020). Tidak optimalnya karakter fisik

dan kimiawi tanah ultisol pada penelitian ini ikut mempengaruhi keragaan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung.

Faktor klimatik juga ikut berpengaruh dimana pada bulan November 2022 lama penyinaran matahari (photoperiodesitas) paling rendah selama masa penelitian yaitu 82 jam selama bulan November dan 99 jam untuk bulan Desember 2022 (data BMKG, tidak ditampilkan). Bulan November 2022 adalah periode pembungaan yang sangat sensitif dengan kekurangan cahaya matahari dan akan mempengaruhi proses fotosintesis (Chekole & Mohammed Ahmed, 2023; Kumara *et al.*, 2021; Mohammed *et al.*, 2022) yang diperlukan untuk pengisian biji.

Periode kritis persaingan gulma dengan tanaman semusim (*annual crops*) sedikit bervariasi bergantung pada jenis tanah, ketersediaan air, dan musim tanam. Namun secara umum periode kritis tersebut berada pada kisaran umur 1/4 sampai 1/3 awal umur tanaman. Hal ini sesuai dengan perlakuan penyiangan gulma yang dilakukan sampai umur 6 MST dan memberikan hasil terbaik jagung var. Bisi 18 pada kondisi percobaan ini.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. Pengendalian gulma secara manual ataupun dengan aplikasi herbisida thiencazuron-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ menyebabkan terjadinya penekanan pertumbuhan gulma dan meningkatkan hasil tanaman jagung varietas Bisi 18 pada tanah Ultisol.
2. Semua dosis dan waktu aplikasi herbisida thiencazuron-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ efektif mengendalikan gulma *Erechtites*

valerianifolia, *Oxalis barrelieri*, dan *Asplenium rhizophyllum* sampai 4 MST jagung.

3. Hasil jagung tertinggi yaitu 6,05 ton ha⁻¹ diperoleh pada perlakuan pengendalian gulma secara manual.
4. Ketika tenaga kerja terbatas untuk melakukan pengendalian secara manual, maka herbisida thiencazuron-methyl 90 g L⁻¹+isoxaflutole 225 g L⁻¹ dengan dosis 350 mL ha⁻¹ dapat diaplikasikan pra tumbuh pada 2 HST atau pasca tumbuh pada 10 HST tanpa menyebabkan terjadinya gejala fitotoksitas pada tanaman jagung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dilakukan berbentuk mandiri tanpa sponsor untuk pendanaan. Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Ketua Departemen Agronomi dan Dekan Fakultas Pertanian Universitas Andalas atas kesempatan yang diberikan untuk melaksanakan penelitian ini. Semua penulis telah berkontribusi sama dalam pelaksanaan penelitian ataupun penulisan naskah publikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alba, L.-M., Esmeralda, M., & Jaime, V. (2022). Enhanced Biodegradation of Phenylurea Herbicides by *Ochrobactrum anthropi* CD3 Assessment of Its Feasibility in Diuron-Contaminated Soils. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(3), 1365. <https://doi.org/10.19182/bft2013.316.a20531>
- Alhuda, S., & Nugroho, A. (2017). Efikasi herbisida ametrin dan paraquat dalam mengendalikan gulma pada

- tanaman jagung (*Zea mays* L.) varietas Pertiwi 3. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(6), 989-998.
- Andert, S. (2021). The Method and timing of weed control affect the productivity of intercropped maize (*Zea mays* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture*, 11(5), 380. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050380>
- Antralina, M., Yuwariah, Y., & Simarmata, T. (2014). Komposisi gulma pada berbagai jarak tanam padi secara IPAT-BO dan konvensional. *Jurnal AGRO*, 1(1), 14-21.
- Boix-Fayos, C., & de Vente, J. (2023). Challenges and potential pathways towards sustainable agriculture within the European Green Deal. *Agric. Systems*, 207, 103634. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103634>
- BPS. (2022). *Luas panen, produksi, dan produktivitas jagung 2019-2021*. Badan Pusat Statistika Propinsi Sumatera Barat Retrieved from <https://sumbar.bps.go.id>;
- Cabrera-Pérez, C., Royo-Esnal, A., & Recasens, J. (2022). Herbicidal effect of different alternative compounds to control *Conyza bonariensis* in vineyards. *Agronomy*, 12(4), 960. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040960>
- Chaniago, I., Anwar, A., & Azhari, R. (2023). Soil tillage affected weed community and the growth and yield of soybean for Edamame production *J. of App. Agric. Sci. and Technol.*, 7(1), 26-35. <https://doi.org/10.55043/jaast.v7i1.131>
- Chaudhary, A., Chhokar, R. S., Dhanda, S., Kaushik, P., Kaur, S., Poonia, T. M., Khedwal, R. S., Kumar, S., & Punia, S. S. (2021). Herbicide resistance to metsulfuron-methyl in *Rumex dentatus* L. in North-West India and its management perspectives for sustainable wheat production. *Sustainability*, 13(12), 6947. <https://doi.org/10.3390/su13126947>
- Chekole, F. C., & Mohammed Ahmed, A. (2023). Future climate implication on maize (*Zea mays*) productivity with adaptive options at Harbu district, Ethiopia. *J. of Agric. and Food Res.*, 11, 100480. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100480>
- Comeau, P. G., & Fraser, E. C. (2018). Plant community diversity and tree growth following single and repeated glyphosate herbicide applications to a white spruce plantation. *Forests*, 9(3), 107. <https://doi.org/doi:10.3390/f9030107>
- Deligios, P. A., Carboni, G., Farci, R., Solinas, S., & Ledda, L. (2019). The Influence of herbicide underdosage on the composition and diversity of weeds in oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* D.C.) Mediterranean Fields. *Sustainability*, 11(6), 1653. <https://doi.org/10.3390/su11061653>
- Fuadi, R. T., & Wicaksono, K. P. (2018). Aplikasi herbisida berbahan aktif atrazin dan mesotrion terhadap pengendalian gulma dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata) varietas Bonanza. *Produksi Tanaman*, 6(5), 767-774.
- Gazola, T., Costa, R. N., Carbonari, C. A., & Velini, E. D. (2022). Dynamics of 2,4-

- D and dicamba applied to corn straw and their residual action in weeds. *Plants*, 11(20), 2800. <https://doi.org/10.3390/plants11202800>
- Grzanka, M., Sobiech, Ł., Idziak, R., & Skrzypczak, G. (2022). Effect of the time of herbicide application and the properties of the spray solution on the efficacy of weed control in maize (*Zea mays* L.) Cultivation. *Agriculture*, 12(3), 353. <https://doi.org/10.3390/agriculture12030353>
- Guo, X., Han, T., Tan, L., Zhao, T., Zhu, X., Huang, W., Lin, K., Zhang, N., & Wang, J. (2022). The allelopathy and underlying mechanism of *Skeletonema costatum* on *Karenia mikimotoi* integrating transcriptomics profiling. *Aquatic Toxicology*, 242, 106042. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2021.106042>
- Hussain, M. I., Araniti, F., Schulz, M., Baerson, S., Vieites-Álvarez, Y., Rempelos, L., Bilsborrow, P., Chinchilla, N., Macías, F. A., Weston, L. A., Reigosa, M. J., & Sánchez-Moreiras, A. M. (2022). Benzoxazinoids in wheat allelopathy – From discovery to application for sustainable weed management. *Environ. and Experimental Botany*, 202, 104997. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104997>
- Idziak, R., & Woznica, Z. (2020). Efficacy of Reduced rates of soil-applied dimethenamid-p and pendimethalin mixture followed by postemergence herbicides in maize. *Agriculture*, 10(5), 163. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050163>
- Khodadadi, V., Yousefi, A. R., shahbazi, S., Heydari, M., Kanatas, P., Tataridas, A., & Travlos, I. (2023). Evaluation of herbicides for selective weed control in cutleaf groundcherry (*Physalis angulata* L.). *Crop Protection*, 169, 106243. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106243>
- Komisi-Pestisida. (1989). *Pengujian Lapangan Efikasi Herbisida pada Tanaman Padi*. Jakarta: Deptan RI
- Kumara, P., Pakeerathan, K., & Deepani, L. P. P. (2021). Assessment of yield loss in green gram (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) cultivation and estimation of weed-free period for eco-friendly weed management. *Biol. Life Sci. Forum*, 3(1), 22. <https://doi.org/10.3390/IECAG2021-09691>
- Kurniadie, D., Umiyati, U., & Ardhianty, D. A. (2021). Efikasi campuran tienkarbazon metil dan tembotrion sebagai herbisida purna tumbuh terhadap gulma berdaun lebar dan sempit pada budidaya tanaman jagung. *Jurnal Kultivasi*, 20(3), 202-212. <https://jurnal.unpad.ac.id/kultivasi/article/view/34110>
- Latif, A., Jilani, M. S., Baloch, M. S., Hashim, M. M., Khakwani, A. A., Khan, Q. U., Saeed, A., & Mamoon-ur-Rashid, M. (2021). Evaluation of critical period for weed crop competition in growing broccoli crop. *Scientia Horticulturae*, 287, 110270. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110270>
- Liang, D., Xia, C., Huang, H., Liu, Y., Ma, Z., Li, S., Zhang, Q., & Meng, Z. (2023). Weed control and slow-release behavior of 2-methyl-4-chlorophenoxyacetate intercalated

- layered double hydroxide. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 658, 130661.
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.130661>
- Lou, Z., Quan, L., Sun, D., Li, H., & Xia, F. (2022). Hyperspectral remote sensing to assess weed competitiveness in maize farmland ecosystems. *Science of The Total Environment*, 844, 157071.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157071>
- Loureiro, I., Santin-Montanyá, I., Escorial, M., García-Ruiz, E., Cobos, G., Sánchez-Ramos, I., Pascual, S., González-Núñez, M., & M. Chueca, M. (2019). Glyphosate as a tool for the incorporation of new herbicide options in integrated weed management in maize: A weed dynamics evaluation. *Agronomy*, 9, 876-883.
<https://doi.org/10.3390/agronomy9120876>
- Manalil, S., Coast, O., Werth, J., & Chauhan, B. S. (2017). Weed management in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) through weed-crop competition: A review. *Crop Protection*, 95, 53-59.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.008>
- Maulana, A., Herviyanti, & Prasetyo, T. B. (2020). Pengaruh berbagai jenis kapur dalam aplikasi pengapuran untuk memperbaiki sifat kimia ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(2): 209-214.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtstl.20.007.2.04>
- Mhlanga, B., Ercoli, L., Thierfelder, C., & Pellegrino, E. (2022). Conservation agriculture practices lead to diverse weed communities and higher maize grain yield in Southern Africa. *Field Crops Research*, 289, 108724.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108724>
- Mohammed, A., Yimer, E., Gessese, B., & Feleke, E. (2022). Predicting Maize (*Zea mays*) productivity under projected climate change with management options in Amhara region, Ethiopia. *Environ. and Sustainability Indicators*, 15, 100185.
<https://doi.org/10.1016/j.indic.2022.100185>
- Molinari, F. A., Blanco, A. M., Vigna, M. R., & Chantre, G. R. (2020). Towards an integrated weed management decision support system: A simulation model for weed-crop competition and control. *Computers and Electronics in Agric.*, 175, 105597.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105597>
- Moreau, D., Pointurier, O., Perthame, L., Beaudoin, N., Villerd, J., & Colbach, N. (2021). Integrating plant-plant competition for nitrogen into a 3D individual-based model simulating the effects of cropping systems on weed dynamics. *Field Crops Res.*, 268, 108166.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108166>
- Naidu, V. S. G. R. (2012). *Hand Book on Weed Identification*. Directorate of Weed Science Research.
- Pinke, G., Giczi, Z., Vona, V., Dunai, É., Vámos, O., Kulmány, I., Koltai, G., Varga, Z., Kalocsai, R., Botta-Dukát, Z., Czúcz, B., & Bede-Fazekas, Á. (2022). Weed composition in Hungarian Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) seed production: Could tine harrow take

- over chemical management? *Agronomy*, 12(4), 891. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040891>
- Prasetya, A. E., Aliudin, & Anggraeni, D. (2022). Strategi pengembangan jagung pipilan di Kabupaten Serang. *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, 4(1), 391-402.
- Rahayu, M., Yudono, P., Indradewa, D., & Hanudin, E. (2019). The diversity and physiological activities of weeds in land cultivated with various corn cultivars and fertilized with various nitrogen doses. *Biodiversitas*, 20(3), 622-628. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200302>
- Rahman, M., Juraimi, A. S., Jaya Suria, A. S. M., Man, A. B., & Anwar, P. (2012). Response of weed flora to different herbicides in aerobic rice system. *Scientific Res. and Essays*, 7(1), 12-39. <https://doi.org/10.5897/SRE11.362>
- Reiss, A., Fomsgaard, I. S., Mathiassen, S. K., & Kudsk, P. (2018). Weed suppressive traits of winter cereals: Allelopathy and competition. *Biochem. Systematics and Ecology*, 76, 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2017.12.001>
- Safdar, M. E., Tanveer, A., Khaliq, A., & Riaz, M. A. (2015). Yield losses in maize (*Zea mays*) infested with parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.). *Crop Protection*, 70, 77-82. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.01.010>
- Schuster, M. Z., Gastal, F., Doisy, D., Charrier, X., de Moraes, A., Médiène, S., & Barbu, C. M. (2020). Weed regulation by crop and grassland competition: critical biomass level and persistence rate. *European J. of Agron.*, 113, 125963. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125963>
- Souza, M. d. F., Lins, H. A., de Mesquita, H. C., Teófilo, T. M. d. S., Reginaldo, L. T. R. T., Pereira, R. K. V., Grangeiro, L. C., & Silva, D. V. (2021). Can irrigation systems alter the critical period for weed control in onion cropping? *Crop Protection*, 147, 105457. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105457>
- Sriyani, N., Lubis, A. T., Sembodo, D. R. J., Mawardi, D., Suprpto, H., Susanto, H., Pujisiswanto, H., Adachi, T., & Oki, Y. (2014). *Upland Weed Flora of Southern Sumatra - An Illustrated Weed Identification Book*. Global Madani Press.
- Tarigan, A. D., & Nelvia. (2020). Pengaruh pemberian biochar tandan kosong kelapa sawit dan mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays sacharrata* L.) di tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 23-37.
- Tursun, N., Datta, A., Sakinmaz, M. S., Kantarci, Z., Knezevic, S. Z., & Chauhan, B. S. (2016). The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. *Crop Protection*, 90, 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.019>
- Tyler, H. L. (2022). Impact of 2,4-D and glyphosate on soil enzyme activities in a resistant maize cropping system. *Agronomy*, 12(11), 2747. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112747>

- Ullah, H., Khan, N., & Khan, I. A. (2023). Complementing cultural weed control with plant allelopathy: Implications for improved weed management in wheat crop. *Acta Ecologica Sinica*, 43(1), 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.06.006>
- Umiyati, U., Widayat, D., Kurniadie, D., Fadillah, R. Y., & Deden. (2019). Pengaruh campuran herbisida Atrazin 500 g/l dan Mesotrion 50 g/l terhadap pertumbuhan beberapa jenis gulma serta hasil jagung (*Zea mays* L.). *J. Agrosintesa*, 2(1), 9-18.
- van der Maarel, E. (2007). Transformation of cover-abundance values for appropriate numerical treatment - Alternatives to the proposals by Podani. *J. of Vegetation Sci.*, 18(5), 767-770. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2007.tb02592.x>
- Vulchi, R., Bagavathiannan, M., & Nolte, S. A. (2022). History of herbicide-resistant traits in cotton in the U.S. and the importance of integrated weed management for technology stewardship. *Plants*, 11(9), 1189. <https://doi.org/10.3390/plants11091189>
- Wang, R., Wu, J., Zhou, S., Cao, R., & Chan, L. L. (2020). A preliminary study on the allelopathy and toxicity of the dinoflagellate *Karlodinium veneficum*. *Marine Pollution Bulletin*, 158, 111400. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111400>
- Yu, X., Wu, H., Zhang, J., Yang, Y., Tang, W., & Lu, Y. (2021). Resistance mechanism to metsulfuron-methyl in *Polypogon fugax*. *Plants*, 10(7), 1309. <https://doi.org/10.3390/plants10071309>