INTERAKSI KOMBINASI GLIFOSAT DAN METSULFURON METIL DALAM PENGENDALIAN GULMA PADA TANAMAN KELAPA SAWIT MENGHASILKAN

Hari Priwiratama dan Agus Susanto

Abstrak Glifosat dan metsulfuron metil merupakan dua bahan aktif yang banyak diaplikasikan secara bersama-sama di perkebunan kelapa sawit. Penelitian dilakukan untuk mengetahui interaksi campuran kedua bahan aktif dalam pengendalian gulma di lapangan. Penelitian dilakukan di Kebun Sei Putih, PTP. Nusantara III sejak April-Juni 2011. Perlakuan terdiri dari 5 taraf dosis aplikasi, masing-masing dengan herbisida berbahan aktif glifosat, metsulfuron metil dan campuran keduanya pada rasio 19:1 (w/w). Metode *Additive Dose Model* (ADM) digunakan untuk melihat sifat interaksi campuran kedua bahan aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa glifosat memiliki kemampuan pengendalian gulma yang lebih baik dibanding metsulfuron metil. Pada dosis terendah glifosat menyebabkan kerusakan gulma hingga 66%, lebih tinggi dibandingkan perlakuan metsulfuron metil pada dosis tertinggi (kerusakan 63%). Nilai korelasi (R^2) perlakuan tunggal glifosat, metsulfuron metil dan campuran keduanya berturut-turut adalah 0,8887, 0,9612 dan 0,6737 yang mengindikasikan bahwa campuran kedua bahan aktif pada rasio 19:1 bersifat antagonis.

Kata kunci: glifosat, metsulfuron metil, antagonis, *Asystasia intrusa, Rivina humilis, Cyclosorus aridus, Setaria plicata.*

Abstract *Glyphosate and metsulfuron methyl are two herbicide's active ingridients which commonly used as mixture application on oil palm plantation. Research was conducted to determine the interaction of mixtures application of both active ingridients on weeds suppression. Research was conducted in Kebun Sei Putih, PTP. Nusantara III since April-June 2011. Five application doses were used on the experiment, each with gliphosate, metsulfuron methyl and mixture of both active ingridients on ratio 19:1 (w/w). Additive Dose Model (ADM) method was used to analyze the interaction between two active ingridients. Results showed that glyphosate has better ability on weeds supression than metsulfuron methyl. The lowest dose of glyphosate causes weeds suppression up to 66%, slightly higher than the highest dose of metsulfuron methyl treatment (weeds suppression 63%). Correlation value (R^2) of standalone application of glyphosate, metsulfuron methyl and its mixture are 0.8887, 0.9612 and 0.6737 respectively from which indicated the antagonism effect of glyphosate and metsulfuron methyl mixture on ratio 19:1.*

Key words: *glyphosate, metsulfuron methyl, antagonism,* Asystasia intrusa, Rivina humilis, Cyclosorus aridus, Setaria plicata

PENDAHULUAN

Di Indonesia, pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida telah diterapkan secara intensif, khususnya di perkebunan kelapa sawit (Sidabutar, 2003; Purba, 2009). Pencampuran dua atau lebih bahan aktif herbisida secara bersama-sama merupakan cara yang umum dilakukan dalam aplikasi herbisida di lapangan (Tjitrosemito, 2003; Damalas, 2004; Zimdahl, 2007). Melalui pencampuran herbisida spektrum pengendalian akan menjadi lebih luas dan biaya aplikasi menjadi lebih ekonomis. Pada beberapa

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Hari Priwiratama (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: hari.priwira@iopri.org

Naskah masuk: 5 Maret 2012; Naskah diterima: 13 Maret 2012

kasus, pencampuran herbisida dibutuhkan untuk meningkatkan efektivitas pengendalian gulma di lapangan (Mohamad *et al.*, 2010; Singh *et al.*, 2011) dan menghindari terjadinya resistensi pada gulma sasaran (Diggle *et al.*, 2003). Disamping itu, pencampuran herbisida juga dapat menurunkan dosis mematikan dari bahan aktif yang digunakan (Chuah *et al.*, 2008).

Pencampuran dua bahan aktif herbisida harus dilakukan secara selektif karena dapat mengakibatkan terjadinya perubahan sifat masing-masing bahan aktif. Interaksi antara kedua bahan aktif tersebut dapat meningkatkan atau bahkan menurunkan daya bunuh campuran terhadap gulma sasaran (Damalas, 2004). Interaksi dikatakan sinergis apabila pencampuran meningkatkan daya bunuh, sebaliknya jika terjadi penurunan maka pencampuran keduanya disebut antagonis. Penelitian mengenai pencampuran berbagai herbisida telah banyak dilakukan dengan hasil yang berbeda-beda (Kristiawati dan Tjitrosemito, 2003; Mawardi dan Suwardi, 2004; Burke *et al.*, 2005; Sarifah, 2006; Wersal dan Madsen, 2010; Baidhawi dan Sumintapura, 2011).

Saat ini, glifosat dan metsulfuron metil merupakan dua bahan aktif herbisida yang banyak digunakan di perkebunan kelapa sawit (Bangun dan Teddy, 2004). Kedua bahan aktif tersebut memiliki cara kerja yang sama, yaitu menghambat proses sintesa asam amino pada tanaman (Tomlin, 2006). Glifosat menghambat proses sintesa dengan cara menonaktifkan enzim *5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate* (EPSP) yang berperan dalam biosintesa asam aromatik penyusun protein yaitu *tryptophan*, *tyrosin*, dan *phenylalanine*. Sementara itu, metsulfuron metil menghambat kerja dari enzim *acetolactate synthase* (ALS) yang merupakan enzim penting dalam biosistesis rantai cabang asam amino *isoleucine, leucine* dan *valine*.

Secara praktis di lapangan, campuran glifosat dan metsulfuron metil umum dilakukan untuk aplikasinya dalam pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit. Namun demikian, hingga kini belum banyak yang melaporkan sifat interaksi kedua bahan aktif tersebut pada aplikasi campuran terhadap gulma sasaran. Oleh karena itu, penelitian perlu dilakukan untuk mengetahui sifat interaksi campuran kedua bahan aktif dalam pengendalian gulma di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan dalam kondisi lapangan pada areal kelapa sawit menghasilkan di Kebun Sei Putih, PT. Perkebunan Nusantara III, Sumatera Utara sejak April sampai Juni 2011. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 15 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan terdiri dari 5 taraf dosis aplikasi, masing-masing dengan herbisida berbahan aktif glifosat pada dosis 665, 1022, 1379, 1736 dan 2094 g a.i./ha; metsulfuron metil pada dosis 33, 50, 67, 84 dan 101 g a.i./ha dan campuran keduanya (*tank-mix*) dengan rasio 19:1 (w/w). Penentuan rasio campuran tersebut disesuaikan dengan standar aplikasi di kebun setempat.

Aplikasi Herbisida

Aplikasi herbisida dilakukan pada saat penutupan gulma ≥ 80% pada seluruh petak perlakuan. Penyemprotan dilakukan dengan menggunakan *knapsack sprayer* pada volume semprot 400 liter/ha dan lebar semprot 1 meter pada ketinggian 50 cm dari permukaan tanah. Aplikasi herbisida hanya dilakukan satu kali dan pengulangan hanya dilakukan apabila terjadi hujan sekurang-kurangnya hingga 6 jam setelah aplikasi.

Pengukuran Bobot Kering Gulma

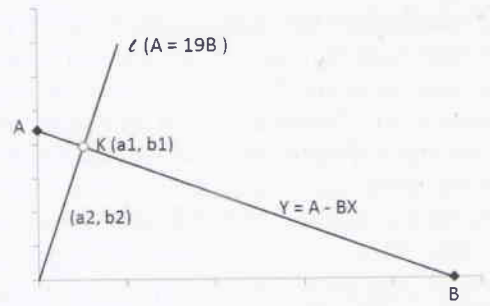
Bobot kering gulma ditimbang pada 1, 2 dan 3 bulan setelah aplikasi (BSA). Sampel gulma hidup dipanen dari tiap petak percobaan dengan bantuan kuadran berukuran 1 m^2. Gulma selanjutnya dikelompokkan berdasarkan jenis spesiesnya dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam untuk memperoleh bobot kering konstan.

Analisa Data

Efektivitas herbisida

Analisa sidik ragam (ANOVA) dilakukan terhadap bobot kering gulma menggunakan bantuan *GenStat Discovery Edition 3*. Perbandingan antar perlakuan dilakukan dengan uji selang berganda Duncan pada taraf 5% (α= 0,05) untuk melihat efektivitas masing-masing perlakuan dalam menekan pertumbuhan gulma.

Pendugaan LD_{50} dan analisa sifat campuran herbisida



Gambar 1. Analisa model ADM: Posisi nilai harapan dan percobaan.

Campuran herbisida dapat bersifat sinergis, antagonis dan aditif. Analisa sifat campuran herbisida dilakukan dengan menggunakan metode *additive dose model* (ADM) (Green, 1989). Nilai LD_{50} masing-masing perlakuan herbisida terlebih dahulu diduga menggunakan persamaan regresi linier probit (Y = aX + b). Nilai persentase kerusakan gulma dinyatakan dalam bentuk transformasi nilai probit (sebagai Y), sedangkan dosis dinyatakan dalam bentuk logaritma (sebagai X).

Nilai LD_{50} perlakuan glifosat dan metsulfuron metil selanjutnya dipetakan dalam kurva isobol. Garis yang menghubungkan titik nilai LD_{50} glifosat (A) dan LD_{50} metsulfuron metil (B) merupakan titik kedudukan berbagai campuran herbisida yang menyebabkan kematian 50%. Garis I menggambarkan rasio glifosat dan metsulfuron metil yang digunakan dalam campuran. Perpotongan kedua garis (K) merupakan LD_{50} harapan herbisida campuran. Bila nilai LD_{50} percobaan herbisida campuran (a2,b2) lebih kecil dari LD_{50} harapan maka campuran bersifat sinergis, jika terjadi sebaliknya maka campuran bersifat antagonis. Campuran bersifat aditif jika LD_{50} percobaan = LD_{50} harapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Bahan Aktif dalam Menekan Gulma

Berdasarkan hasil penelitian awal, terdapat empat gulma dominan yang tersebar di petak percobaan, yaitu *Asystasia intrusa, Rivina humilis, Cyclosorus aridus* dan *Setaria plicata*. Frekuensi relatif masing-masing gulma tersebut berturut-turut adalah 84%, 88%, 84% dan 52% dengan kerapatan relatif 26,9%, 28,2%, 26,9% dan 16,7% (Priwiratama dan Susanto, 2011). Beberapa gulma lain ditemukan pada jumlah yang sangat sedikit, diantaranya *Clidemia hirta*, *Melastoma malabathricum*, *Stachitarpheta indica*, *Physalis angulata* dan *Cyperus kyllingea*. Berdasarkan kondisi tersebut dapat diketahui bahwa komposisi gulma lebih didominasi oleh gulma berdaun lebar. Dominasi gulma berdaun lebar pada areal tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM) umumnya dikarenakan gulma tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap naungan (Syahputra *et al.*, 2011).

Perkembangan keempat gulma sasaran sangat dipengaruhi oleh jenis dan dosis bahan aktif yang diaplikasikan. Bobot kering gulma berbanding terbalik dengan dosis bahan aktif herbisida yang diaplikasikan. Semakin tinggi dosis bahan aktif yang diaplikasikan, semakin ringan bobot gulma yang teramati. Pada 1 BSA, bobot kering gulma total pada seluruh petak perlakuan herbisida lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan petak kontrol (Tabel 1). Secara umum, bobot kering gulma total pada petak perlakuan campuran bahan aktif dan glifosat lebih ringan dibandingkan dengan perlakuan tunggal metsulfuron metil. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan metsulfuron metil lebih lambat mematikan gulma sasaran dibandingkan kedua perlakuan lainnya.

Tingkat kerusakan gulma pada petak metsulfuron metil berkisar antara 54% pada dosis terendah hingga 63% pada dosis tertinggi. Sementara itu, aplikasi glifosat dan campurannya pada dosis terendah mampu menyebabkan kerusakan gulma hingga 66%, lebih tinggi dibandingkan aplikasi metsulfuron metil pada dosis tertinggi. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa pada dosis standar (rekomendasi) glifosat memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mematikan gulma.

Perbedaan nyata bobot kering pada gulma sasaran terlihat pada *A. intrusa* dan *C. aridus*. Bobot kering *A. intrusa* dan *C. aridus* pada 1 BSA di seluruh petak perlakuan herbisida lebih ringan dan berbeda nyata dibandingkan dengan petak kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan efektif dalam mengendalikan kedua jenis gulma tersebut. Perlakuan campuran kedua bahan aktif pada dosis tertinggi

Tabel 1. Bobot kering dan persentase kerusakan gulma seluruh perlakuan pada 1 BSA.

Perlakuan	Dosis (g a.i./ha)	Gram bobot kering gulma (persentase kerusakan gulma) pada 1 BSA				
		Total	*A. intrusa*	*R. Humilis*	*C. aridus*	*S. plicata*
Kontrol	0	128,28 (0) a	25,43 (0) a	28,95 (0) a	68,34 (0) a	5,56 (0) abcd
Glifosat + Metsulfuron metil	665	39,15 (69) b	5,82 (77) bcde	13,33 (54) a	17,74 (74) b	2,27 (59) cd
	1.022	41,91 (67) b	4,33 (83) cde	15,10 (48) a	18,85 (72) b	3,62 (35) bcd
	1.379	32,85 (74) b	2,14 (92) de	14,13 (51) a	15,40 (77) b	1,17 (79) d
	1.736	33,93 (74) b	0,48 (98) e	15,59 (46) a	16,88 (75) b	0,98 (82) d
	2.094	26,35 (79) b	0,42 (98) e	10,09 (65) a	15,00 (78) b	0,85 (85) d
Glifosat	632	43,28 (66) b	10,05 (60) bcd	10,95 (62) a	20,75 (70) b	1,54 (72) d
	972	39,15 (69) b	4,30 (83) bcde	10,74 (63) a	21,44 (69) b	2,66 (52) cd
	1312	36,46 (72) b	5,07 (80) bcde	10,82 (63) a	19,01 (72) b	1,57 (72) d
	1.652	44,39 (65) b	4,06 (84) cde	8,12 (72) a	31,00 (55) b	1,21 (78) d
	1.993	31,17 (76) b	2,83 (89) cde	7,76 (73) a	19,50 (71) b	1,08 (81) d
Metsulfuron metil	33	58,70 (54) b	12,68 (50) b	16,51 (43) a	19,00 (72) b	10,51 (0) a
	50	49,85 (61) b	9,75 (62) bcd	15,62 (46) a	16,06 (77) b	8,43 (0) abc
	67	49,09 (62) b	7,86 (69) bcde	15,63 (46) a	16,73 (76) b	8,86 (0) ab
	84	47,19 (63) b	5,99 (76) bcde	16,58 (43) a	17,50 (74) b	7,12 (0) abcd
	101	47,53 (63) b	3,39 (87) cde	16,32 (44) a	18,86 (72) b	8,96 (0) ab

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata Duncan pada taraf 5%.

(2094 g/ha) menyebabkan persentase kerusakan tertinggi pada kedua gulma sasaran.

Tidak ada perbedaan nyata pada bobot kering *R. humilis* dan *S. plicata* antara seluruh perlakuan hingga 1 BSA. Glifosat secara keseluruhan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menekan pertumbuhan *R. humilis* dibandingkan perlakuan campuran dan metsulfuron metil. Sementara itu, pertumbuhan *S. plicata* tidak dipengaruhi oleh perlakuan metsulfuron metil hingga 1 BSA. Bobot kering *S. plicata* cenderung lebih berat dibandingkan dengan petak kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa *S. plicata* berkembang menjadi gulma dominan akibat berkurangnya persaingan inter spesies setelah pertumbuhan gulma berdaun lebar lainnya tertekan oleh metsulfuron metil. Keadaan ini dapat menggambarkan proses terjadinya suksesi spesies pada petak perlakuan metsulfuron metil.

Secara umum, pada 2 BSA terjadi penurunan bobot kering gulma pada seluruh petak percobaan dibandingkan bobot kering pada 1 BSA (Tabel 2). Pada tahap ini, tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan herbisida, namun perlakuan glifosat dan campuran menunjukkan kemampuan menekan pertumbuhan gulma total yang lebih baik dibandingkan perlakuan metsulfuron metil. Dengan demikian, pengaplikasian glifosat secara tunggal akan lebih efisien dibandingkan dengan pencampuran kedua bahan aktif.

Berdasarkan data bobot kering, perlakuan glifosat menunjukkan kemampuan penekanan pertumbuhan yang lebih baik terhadap *A. intrusa, R. humilis* dan *S. plicata* dibandingkan kedua perlakuan lainnya. Sebaliknya, perlakuan metsulfuron metil menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menekan gulma pakis *C. aridus*. Namun demikian, tidak ada perbedaan yang signifikan antar seluruh perlakuan herbisida.

Hingga 2 BSA, bobot kering *S. plicata* pada perlakuan metsulfuron metil lebih berat dan berbeda nyata dengan perlakuan glifosat dan campuran. Bobot kering gulma tersebut cenderung meningkat bila dibandingkan pengamatan pertama. Sebaliknya, pada perlakuan glifosat dan campurannya, bobot kering *S. plicata* cenderung mengalami penurunan. Tingkat kerusakan berkisar antara 76%-100% pada kedua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa glifosat berperan besar dalam menekan pertumbuhan *S. plicata* pada petak perlakuan campuran bahan aktif.

Tabel 2. Bobot kering dan persentase kerusakan gulma seluruh perlakuan pada 2 BSA.

Perlakuan	Dosis (g a.i./ha)	Gram bobot kering gulma (persentase kerusakan gulma) pada 2 BSA				
		Total	*A. intrusa*	*R. Humilis*	*C. aridus*	*S. plicata*
Kontrol	0	125,11 (0) a	28,63 (0) a	40,57 (0) a	45,29 (0) a	10,62 (0) b
Glifosat + Metsulfuron metil	665	32,62 (74) cd	2,85 (90) cde	13,53 (67) b	15,10 (67) b	1,14 (89) c
	1.022	30,70 (75) cd	3,14 (89) cde	8,72 (79) b	16,17 (64) b	2,67 (75) c
	1.379	29,45 (76) cd	3,59 (87) cde	7,78 (81) b	17,00 (62) b	1,08 (90) c
	1.736	22,17 (82) cd	0,47 (98) de	7,21 (82) b	13,55 (70) b	0,94 (91) c
	2.094	22,21 (82) cd	0,00 (100) e	12,28 (70) b	9,27 (80) b	0,66 (94) c
Glifosat	632	28,95 (77) cd	2,11 (93) de	6,56 (84) b	19,04 (58) b	1,24 (88) c
	972	25,26 (80) cd	1,41 (95) de	6,36 (84) b	16,96 (63) b	0,53 (95) c
	1.312	21,09 (83) cd	1,71 (94) de	3,97 (90) b	14,77 (67) b	0,64 (94) c
	1.652	31,88 (75) cd	0,00 (100) e	3,51 (91) b	27,38 (40) ab	1,00 (91) c
	1.993	13,68 (89) d	0,00 (100) e	3,27 (92) b	10,41 (77) b	0,00 (100) c
Metsulfuron metil	33	58,48 (53) b	9,02 (68) b	14,91 (63) b	18,14 (60) b	16,40 (0) a
	50	42,17 (66) bc	6,48 (77) bc	11,43 (72) b	12,99 (71) b	11,27 (0) b
	67	41,43 (67) bc	3,14 (89) cde	13,04 (68) b	14,68 (68) b	10,56 (0) b
	84	43,91 (65) bc	2,71 (91) cde	5,19 (87) b	18,87 (58) b	17,14 (0) a
	101	33,86 (73) cd	0,12 (100) e	11,81 (71) b	11,40 (75) b	10,54 (1) b

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata Duncan pada taraf 5%.

Secara umum, bobot kering gulma total terus mengalami penurunan hingga 3 BSA (Tabel 3). Tingkat kerusakan gulma total tertinggi terlihat pada perlakuan glifosat dan campuran pada dosis tertinggi dengan kerusakan hingga 95%. Kerusakan gulma total terendah terlihat pada perlakuan metsulfuron metil pada dosis 33 g a.i./ha. Secara umum, glifosat menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding kedua perlakuan lainnya.

Pada 3 BSA, perlakuan glifosat dan campuran mampu mematikan gulma *A. intrusa* secara total (100%) hampir pada seluruh rentang dosis yang diaplikasikan. Sementara itu, kematian total *A. intrusa* pada perlakuan metsulfuron metil hanya terlihat pada dosis aplikasi tertinggi. Dengan demikian, tingkat efektivitas metsulfuron metil dalam mengendalikan *A. intrusa* masih lebih rendah dibandingkan glifosat. Hasil yang sama juga terlihat pada *R. humilis* dan *S. plicata*.

Hasil pengamatan sejak 1 BSA hingga 3 BSA di atas menunjukkan bahwa glifosat dan metsulfuron metil memiliki fungsi subtitusi atau saling menggantikan dalam larutan campurannya. Keberadaan glifosat dalam larutan campuran berperan dalam menekan pertumbuhan gulma rumput seperti *S. plicata,* sementara itu metsulfuron metil berperan dalam menekan gulma pakis seperti *C. aridus.* Pada gulma berdaun lebar (*A. intrusa* dan *R. humilis*) pengaruh glifosat lebih terlihat dibandingkan metsulfuron metil.

Antagonisme Campuran Bahan Aktif

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan dosis aplikasi bahan aktif berkorelasi positif dengan persentase kerusakan gulma di lapangan (Gambar 2). Kerusakan gulma semakin tinggi dengan meningkatnya dosis aplikasi masing-masing bahan aktif yang diberikan. Korelasi antara kenaikan dosis dan kerusakan gulma pada aplikasi bahan aktif tunggal lebih tinggi dibandingkan dengan aplikasi campuran kedua bahan aktif. Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 persamaan linear dari ketiga perlakuan yang diujikan. Rendahnya nilai R^2 pada perlakuan campuran bahan aktif (0.6737) dibandingkan dengan perlakuan tunggalnya (0.8887 dan 0.9612) dapat mengindikasikan bahwa telah terjadi penurunan daya bunuh dari bahan aktif herbisida tersebut.

Tabel 3. Bobot kering dan persentase kerusakan gulma seluruh perlakuan pada 3 BSA.

Perlakuan	Dosis (g a.i./ha)	Gram bobot kering gulma (persentase kerusakan gulma) pada 3 BSA									
		Total		*A. intrusa*		*R. Humilis*		*C. aridus*		*S. plicata*	
Kontrol	0	193,74 (0)	a	29,38 (0)	a	51,53 (0)	a	49,86 (0)	a	62,96 (0)	a
Glifosat + Metsulfuron metil	665	26,00 (87)	cd	0,80 (97)	def	6,00 (88)	b	18,98 (62)	b	0,22 (100)	e
	1.022	23,75 (88)	cd	1,85 (94)	cde	4,66 (91)	b	15,87 (68)	b	1,37 (98)	e
	1.379	19,71 (90)	cd	0,00 (100)	def	4,52 (91)	b	14,81 (70)	b	0,38 (99)	e
	1.736	17,51 (91)	d	0,00 (100)	def	5,16 (90)	b	12,34 (75)	b	0,00 (100)	e
	2.094	9,45 (95)	d	0,00 (100)	def	1,34 (97)	b	8,11 (84)	b	0,00 (100)	e
Glifosat	632	24,61 (87)	cd	0,00 (100)	ef	4,40 (91)	b	19,22 (61)	b	1,00 (98)	e
	972	17,34 (91)	d	0,00 (100)	def	1,68 (97)	b	15,26 (69)	b	0,40 (99)	e
	1.312	16,67 (91)	d	0,38 (99)	def	2,22 (96)	b	13,20 (74)	b	0,86 (99)	e
	1.652	25,43 (87)	cd	0,00 (100)	def	1,70 (97)	b	22,87 (54)	b	0,85 (99)	e
	1.993	9,20 (95)	d	0,00 (100)	def	2,03 (96)	b	7,16 (86)	b	0,00 (100)	e
Metsulfuron metil	33	63,02 (67)	b	4,94 (83)	b	11,29 (78)	b	24,12 (52)	b	22,68 (64)	b
	50	41,57 (79)	c	4,87 (83)	b	9,33 (82)	b	10,69 (79)	b	16,68 (74)	c
	67	29,72 (85)	cd	2,71 (91)	c	3,47 (93)	b	13,02 (74)	b	10,52 (83)	d
	84	30,43 (84)	cd	1,96 (93)	cd	0,34 (99)	b	16,17 (68)	b	11,96 (81)	d
	101	28,35 (85)	cd	0,00 (100)	f	7,22 (86)	b	9,85 (80)	b	11,28 (82)	d

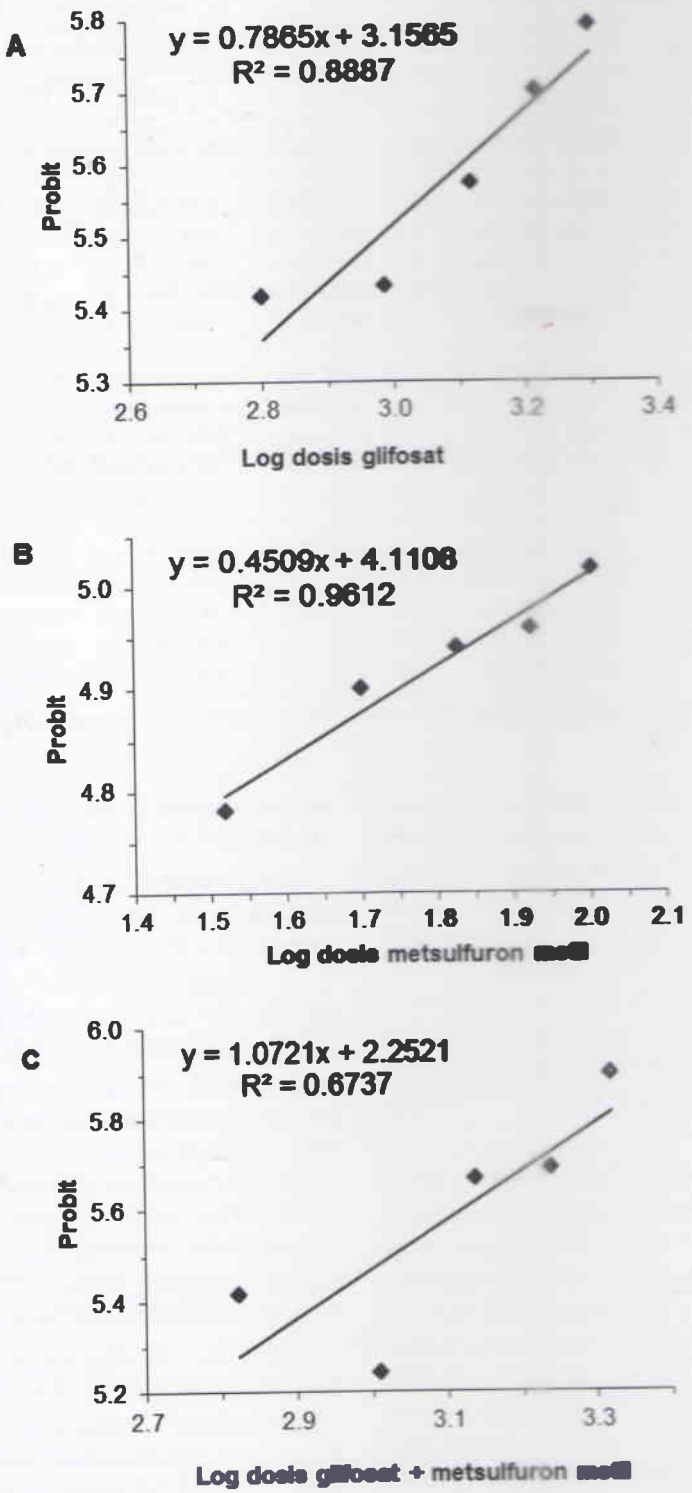
Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata Duncan pada taraf 5%.

Melalui persamaan linear (Gambar 2) dapat diketahui nilai LD_{50} dari masing-masing perlakuan tunggal, yaitu 220.8 g a.i./ha untuk glifosat dan 93.8 g a.i./ha untuk metsulfuron metil. Berdasarkan persamaan aditif LD_{50} kedua bahan aktif, diperoleh nilai harapan LD_{50} perlakuan campuran yaitu sebesar 206.8 g a.i./ha (Gambar 3). Nilai LD_{50} harapan ini lebih kecil dibandingkan nilai LD_{50} percobaan yaitu 365.7 g a.i./ha. Berdasarkan nilai tersebut, dapat diketahui bahwa campuran glifosat dan metsulfuron metil pada rasio 19:1 bersifat antagonis.

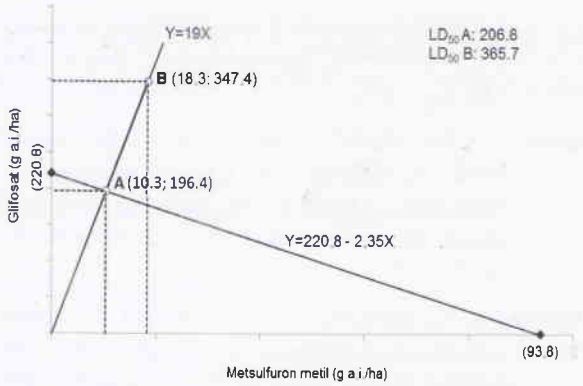
Antagonisme dua bahan aktif herbisida ketika dicampurkan merupakan interaksi yang lebih sering terjadi (Cedergreen *et al.*, 2007). Terdapat empat jenis antagonisme yang mungkin terjadi pada percampuran beberapa bahan aktif, yaitu: 1) Antagonisme biokimia terjadi apabila bahan aktif satu herbisida menghambat penetrasi bahan aktif herbisida lain pada gulma sasaran tertentu; 2) Antagonisme kompetitif terjadi ketika campuran dua bahan aktif bekerja saling meniadakan satu sama lain; 3) Antagonisme fisiologis terjadi apabila antar bahan aktif menimbulkan reaksi berkebalikan bila dicampur dengan bahan yang lain; dan 4) Antagonisme kimia apabila terjadi reaksi kimia saat kedua bahan aktif dicampur sehingga campuran herbisida kehilangan pengaruh pada gulma sasaran (Rao, 2000).

Diduga bahwa campuran glifosat dan metsulfuron metil pada rasio 19:1 ini bersifat antagonisme fisiologis. Indikasi ini terlihat dari nilai bobot kering gulma pada petak perlakuan campuran. Efektivitas glifosat saat diaplikasikan secara tunggal lebih baik dibandingkan setelah diberikan tambahan metsulfuron metil meskipun tidak terlihat adanya perbedaan nyata. Respon antagonis glifosat terhadap bahan aktif lain sebelumnya juga telah dilaporkan, dan antagonisme fisiologis merupakan respon yang lebih sering terjadi (Rao, 2000; Wehtje *et al.*, 2008). Respon antagonis ini semakin terlihat ketika efiktivitas herbisida tunggal secara signifikan menjadi lebih rendah setelah dilakukan penambahan herbisida berbahan aktif lain.

Campuran dua bahan aktif herbisida pada rasio yang berbeda dapat memiliki efek yang berbeda terhadap gulma sasaran. Campuran glifosat dan imazetafir dilaporkan bersifat antagonis pada rasio campuran 9:1, dan peningkatan rasio menjadi 12:1 dapat menghilangkan efek antagonis dari kedua campuran tersebut (Li *et al.*, 2002). Berdasarkan penelitian tersebut sifat antagonisme kemungkinan dapat dihilangkan



Gambar 2. Persamaan linier log dosis bahan aktif dan probit persentase kerusakan gulma. A. Glifosat; B. Mestulfuron metil; C. Campuran glifosat+metsulfuron metil.



Gambar 3. Perbandingan nilai LD50 harapan (A) dan LD50 perlakuan (B) campuran glifosat dan metsulfuron metil (1:19) berdasarkan metode ADM.

dengan merubah rasio campuran dua bahan aktif yang digunakan. Hal yang sama kemungkinan juga dapat diterapkan pada campuran glifosat dan metsulfuron metil, namun studi lebih lanjut untuk mencari rasio pencampuran yang dapat menghilangkan sifat antagonismenya masih perlu dilakukan. Sebagai alternatif, pencampuran glifosat dengan bahan aktif lain yang telah dilaporkan sinergis dapat menjadi pilihan dalam pengendalian gulma di lapangan (Chorbadjian dan Kogan, 2002).

KESIMPULAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa glifosat dan metsulfuron metil memiliki fungsi saling menggantikan dalam larutan campuran. Secara umum glifosat memiliki efektivitas yang lebih baik dalam menekan pertumbuhan gulma di lapangan dibandingkan metsulfuron metil. Campuran glifosat dan metsulfuron metil pada rasio 19:1 bersifat antagonisme fisiologis sehingga pencampurannya di lapangan tidak direkomendasikan karena tidak dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian gulma di lapangan. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mencari rasio pencampuran glifosat dan metsulfuron metil yang tidak bersifat antagonis.

DAFTAR PUSTAKA

Baidhawi and A.H. Sumintapura. 2011. Effectiveness of metolachlor and pendimethalin mixture to control weeds in soybean (Glicyne max *L. Merril*) crop. Jurnal Gulma Tropika. 2(1) : 15-19.

Bangun, T. dan Teddy. 2004. Pengujian lapangan efikasi herbisida Mortir 480AS terhadap gulma pada piringan tanaman kelapa sawit belum menghasilkan. Jurnal Gulma Tropika. 2(1):11-15.

Burke, I.C., S.D. Askew, J.L. Corbett, and J.W. Wilcut. 2005. Glufosinate antagonizes clethodim control of goosegrass (*Eleusine indica*). Weed Technology. 19:664-668.

Cedergreen, N., P. Kudsk, S.K. Mathiassen, and J.C. Streibig. 2007. Combination effects of herbicides on plants and algae: do species and test systems matter?. Pest Management Science. 63:282-295.

Chuah, T.S., B.J. Nor Asmah, T.S. Cha, S.M.Z. Hasan, and I.B. Sahid. 2008. The use of reduced rates of herbicide combinations in tank-mixes for goosegrass (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) control. World Applied Sciences Journal. 5(3):358-362.

Chorbadjian, R. and M. Kogan. 2002. Interaction between glyphosate and fluroxypyr improve mallow control. Crop Protection. 21:689-692.

Damalas, C.A. 2004. Herbicide tank mixtures: common interactions. International Journal of Agriculture and Biology. 6(1):209-212.

Diggle, A.J., P.B. Neve, and F.P. Smith. 2003. Herbicides used in combination can reduce the probability of herbicide resistance in finite weed populations. Weed Research. 43:371-382.

Green, J.M. 1989. Herbicide antagonism in the whole plant level. Weed Technology. 3: 217-26.

Kristiawati, I. and Tjitrosemito, S. 2003. Uji tipe campuran herbisida fluroksipir dan isopropil amina glifosat (Topstar 50/300 EW) terhadap gulma *Paspalum conjugatum* dan *Mikania micrantha*. Jurnal Gulma Tropika. 1(2):79-82.

Li, J., W.G. Johnson, and R.J. Smeda. 2002. Interactions between glyphosate and imazethapyr on four annual weeds. Crop protection. 21:1087-1092.

Mawardi, I. dan Suwardi. 2004. Uji tipe campuran herbisida Sidastar 300/100 AS. Jurnal Gulma Tropika. 2(2):72-74.

Mohamad, R.B., W. Wibawa, M.G. Mohayidin, A.B. Puteh, A.S. Juraimi, Y. Awang, dan M.B.M. Lassim. 2010. Management of mixed weeds in young oil palm plantation with selected broad spectrum herbicides. Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science. 33: 193-203.

Priwiratama, H. dan A. Susanto. 2011. Metsulfuron metil sebagai pengendali gulma *Rivina humilis* L. pada tanaman kelapa sawit menghasilkan. Dalam: Y. Yenni, S. Rahutomo, A. Susanto, Tj. Herawan, A. Jatmika, H.A. Hasibuan, F. Hidayat, V.D. Lelyana, dan H.Y. Rahmadi [ed]. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit: Kiat Mencapai '35-26' Industri Kelapa Sawit Indonesia. Batam, 4-6 Juli 2011.

Purba, E. 2009. Keanekaragaman herbisida dalam pengendalian gulma mengatasi populasi gulma resisten dan toleran herbisida. [Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap]. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Rao, V.S. 2000. Principles of weed science. 2nd Edition. Science Publishers Inc. New Hampshire, USA.

Sarifah. 2006. Studi tipe campuran herbisida Lutop 250/125 SL (glifosat+2,4-D) terhadap gulma *Cyperus rotundus* L., *Brachiaria paspaloides* (Presl) *C. E. Hubb*, dan Synedrella nodiflora (L.) Gaertn. [Skripsi]. Fakultas Pertanian, IPB.

Sidabutar, L.P. 2003. Evaluasi beberapa herbisida untuk pengendalian gulma pada piringan kelapa sawit muda. Dalam: Prosiding Konferensi Nasional XVI Himpunan Ilmu Gulma Indonesia (HIGI). Seameo Biotrop, Bogor. 160-170.

Singh, S., S.S. Punia, Y. Ashok, and V.S. Hooda. 2011. Evaluation of Carfentrazone-ethyl+ Metsulfuron-methyl against broadleaf weeds of wheat. Indian Journal of Weed Science 43(1): 12-22.

Syahputra, E., Sarbino, dan S. Dian, 2011. Weeds assesment di perkebunan kelapa sawit lahan gambut. Jurnal Teknologi Perkebunan & PSDL 1:37-42.

Tomlin, C.D.S. 2006. The pesticide manual: A world compendium, 14th ed. British Crop Protection Council: Hampshire, UK.

Tjitrosemito, S. 2003. Herbisida berbahan aktif majemuk. Pelatihan Pengelolaan Gulma Terpadi di Ekosistem Pertanian dan Ekosistem Alami [Ulasan]. Biotrop. Bogor.

Wehtje, G., J.E. Altland, and C.H. Gilliam, 2008. Interaction of glyphosate and diquat in ready-to-use weed control products. Weed Technology. 22:472-476.

Wersal, R.M. and J.D. Madsen. 2010. Combinations of penoxsulam and diquat as foliar applications for control of waterhyacinth and common salvinia: Evidence of herbicide antagonism. Journal of Aquatic Plant Management. 48:21-25.

Zimdahl, R.W. 2007. Fundamental of weed science, Academic Press.