

DAFTAR ISI

1. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang dan Tinggi Guludan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Ubi Jalar (<i>Ipomoea batatas</i> Lamb.) <i>Yogi Sugito, Ariffin, dan Agung Supriyanto</i>	1
2. Evaluasi Kualitas Buah Tomat dalam Seri Persilangan Diallel <i>Erlina Ambarwati dan Rudi Hari Murti</i>	7
3. Pengaruh Pemberian Bahan Amelioran terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Mentimun di Lahan Sulfat Masam <i>Koesrini dan Eddy William</i>	21
4. Pemanfaatan Jamur <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>Gliocladium sp.</i> sebagai Agen Hayati terhadap Penyakit Layu Fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i> F.Sp. <i>capsici</i>) pada Tanaman Cabe Merah <i>Merry Lidia, Siti Rasminah, Tutung Hadiastono</i>	29
5. Analisis Produktivitas Faktor Produksi Pabrik Gula <i>Ratya Anindita, Poerwanda Wilson, dan Yeni Supriati</i>	45
6. Respon Tanaman Lobak (<i>Barbarea sativus</i> L.) terhadap Beberapa Konsentrasi Molibdenum (Mo) dan Macam Pupuk Kalium (K_2SO_4 dan KCl) <i>Soeprapto Martodisastro</i>	55
7. Analisis Rona Agroekosistem Pengembangan Daerah Irigasi Mbay Kabupaten Bajawa, Flores, Nusa Tenggara Timur <i>Karuniawan Puji Wicaksono</i>	62
8. Tekanan Pemangsa Komplek Predator Terhadap Ulat pada Tumpangsari Kapas dan Kedelai Tanpa dan dengan Mulsa Jerami <i>Subiyakto, Siti Rasminah Ch Sy, Gatot Mudjiono, dan Syekhiani</i>	72
9. Laju Degradasi dan Persistensi Herbisida Metolachlor Bervariasi Dosis di Dalam Tanah akibat Pemberian Berbagai Bahan Organik <i>Abdul Rizal AZ</i>	84

HABITAT

Terakreditasi No. 49/DIKTI/Kep/2003

Adalah jurnal ilmiah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang menyampaikan hasil-hasil penelitian dan informasi ilmiah di bidang pertanian.

Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
: Prof. Dr. Ir. Syekhfani, MS.

Dewan Penyunting : Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Ch. (HPT)
: Prof. Dr. Ir. M. Yunus Rasyid, MA. (Sosiologi)
: Dr. Ir. Titis Adisarwanto, APU (Agronomi)
: Prof. Ir. SM. Sitompul, Ph.D. (Fisiologi Tumbuhan)
: Prof. Dr. Ir. Moch. Muslich Mustadjab, M.Sc. (Ekonomi Pertanian)
: Prof. Dr. Ir. Tatiek Wardiyati, MS. (Bioteknologi)
: Prof.Dr.Ir. Kurniatun Hairiah (Biologi Tanah)
: Prof.Dr.Ir. Jody Moenandir (Ekofisiologi)
: Dr.Meinie van Noorrdwijk (Agroforestry)
: Prof. Yonekura Hitoshi, Ph.D. (Ekonomi Pertanian)

Pimpinan Redaksi : Dr. Ir. Kuswanto, MS.

Dewan Redaksi : Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, MS.
Dr. Ir. Moch. Dawam Maghfoer, MS.
Ir. Sri Rahayu Utami, M.Sc. Ph.D.

Staf Administrasi : Drs. Ali Masduki
: Didik Hartono, A.Md
: Rurin Kurniasari, SP.

Informasi Umum

Alamat Redaksi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang - 65145 Jawa Timur. Telp. (0341) 575 743. Fax. (0341) 560 011.
E-mail: redaksifp@brawijaya.ac.id

Jadual Penerbitan. Habitat diterbitkan empat kali dalam setahun (Maret, Juni, September, Desember) oleh Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dengan ISSN 0853 - 5167. Frekuensi penerbitan ditambah bilamana perlu.

Penyerahan Naskah. Naskah karya ilmiah asli hasil penelitian belum pernah dipublikasikan/diterbitkan. Naskah dikirim ke Redaksi melalui email atau langsung diserahkan ke redaksi dalam bentuk rekaman disket dan print out 2 eksemplar yang ditulis dengan program pengolah data yang kompatibel MS-word. Gambar, ilustrasi dan foto masuk dalam file naskah.

Penerbitan naskah. Naskah yang layak untuk diterbitkan ditentukan oleh Redaksi setelah mendapat rekomendasi dari Dewan Penyunting. Naskah yang memerlukan perbaikan menjadi tanggung jawab penulis, dan naskah yang tidak dapat diterbitkan akan dikembalikan kepada penulis.

**LAJU DEGRADASI DAN PERSISTENSI HERBISIDA METOLACHLOR
BERVARIASI DOSIS DI DALAM TANAH AKIBAT PEMBERIAN
BERBAGAI BAHAN ORGANIK**

Abdul Rizal AZ

ABSTRACT

sm-53?

An experiment to determine degradation rate and persistence of metolachlor herbicide in various rates on soil due to application of various organic matters was conducted on Entisol from November 2003 to March 2004 at Belonggandu, Jatisari, Kerawang, West Java, 17 m asl. The experiment used the Split-plot design with three replications. The main plot was the organic matter (without organic matters, straw compost, cow manure fertilizer, and water-hyacinth compost). The sub plot was metolachlor herbicide rate (1 kg ha⁻¹ a.i, 2 kg ha⁻¹ a.i, and 3 kg ha⁻¹ a.i). Analysis of herbicide concentration on soil was determined using High Performance Liquid Chromatografi (HPLC). The result of the experiment indicated that the degradation rate of metolachlor in without organic matter, rice straw compost, cow manure compost and water hyacinth compost were 1.0263 μg kg⁻¹ day⁻¹, 1.0147 μg kg⁻¹ day⁻¹, 1.0242 μg kg⁻¹ day⁻¹, and 1.1212 μg kg⁻¹ day⁻¹. The highest persistence of metolachlor was detected in rice straw compost, followed by water hyacinth compost, cow manure and without organic matter.

Key words: degradation rate, metolachlor, organic matter, persistence.

ABSTRAK

sm-53?

Penelitian untuk mengetahui laju degradasi dan persistensi herbisida metolachlor pada tanah dengan berbagai bahan organik telah dilakukan pada tanah ordo Entisol di Belonggandu, Kecamatan Jatisari, Kabupaten Kerawang Propinsi Jawa Barat, ketinggian tempat 17 m di atas permukaan laut, dari bulan Nopember 2003 sampai dengan April 2004. Percobaan menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Petak utama adalah macam bahan organik (tanpa bahan organik, kompos jerami padi, pupuk kotoran sapi, dan kompos eceng gondok). Anak petak adalah dosis herbisida metolachlor (1 kg b.a. ha⁻¹, 2 kg b.a. ha⁻¹, 3 kg b.a. ha⁻¹). Penentuan konsentrasi herbisida di dalam tanah dilakukan dengan High Performance Liquidified Chromatography (HPLC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju degradasi metolachlor pada tanah tanpa bahan organik, kompos jerami padi, dan kompos eceng gondok berturut-turut sebesar 1,0263 μg kg⁻¹ hari⁻¹, 1,0147 μg kg⁻¹ hari⁻¹, 1,0242 μg kg⁻¹ hari⁻¹, dan 1,1212 μg kg⁻¹ hari⁻¹. Persistensi herbisida tertinggi terjadi pada tanah dengan bahan organik kompos jerami padi, kemudian diikuti oleh kompos eceng gondok, pupuk kotoran sapi dan tanpa bahan organik.

Kata kunci: laju degradasi, metolachlor, bahan organik, persistensi

Staf Pengajar Jurusan. Budidaya Pertanian FAPERTA UPN "Veteran" Yogyakarta

Terakreditasi SK. No.: 49/DIKTI/Kep/2003

PENDAHULUAN

Metolachlor merupakan herbisida pra tumbuh yang diaplikasikan melalui tanah, untuk mengendalikan pertumbuhan gulma berdaun lebar, rerumputan dan teki-teki (Rao, 2000). Di dalam mengendalikan gulma, herbisida harus berada di dalam tanah dalam waktu yang cukup lama. Daniel *et al.* (1992) dan Kookana *et al.* (1988) menggunakan waktu paruh (*half life*) untuk menentukan persistensi suatu herbisida di dalam tanah, yaitu waktu untuk menghilangkan setengah konsentrasi herbisida yang diaplikasikan (50% *dissappearance time* = DT_{50}).

Beberapa faktor yang mempengaruhi persistensi herbisida di dalam tanah yaitu 1) faktor tanah yang meliputi kelengkapan, temperatur, bahan organik, jenis mineral tanah, pH, potensial redok dan struktur tanah, 2) faktor dari herbisida yang meliputi konsentrasi herbisida dan sifat kimia 3) serta mikroorganisme dalam tanah (Vallaey dan Soulas, 1997; Hager dan Sprague, 2002).

Di dalam tanah molekul herbisida mengalami proses adsorpsi dan desorpsi. Keseimbangan desorpsi dan adsorpsi untuk masing-masing jenis tanah berbeda, adsorpsi menyebabkan konsentrasi herbisida dalam larutan tanah menjadi berkurang. Rao (2000) mengemukakan bahwa adsorpsi dan desorpsi herbisida di dalam tanah merupakan kunci penting yang mempengaruhi efikasi herbisida, hilangnya herbisida dan perilakunya di dalam tanah juga efek samping berupa residu yang mempengaruhi kesehatan lingkungan. Adsorpsi herbisida pada partikel tanah akan menentukan persistensi di dalam tanah, yang

berhubungan dengan unit waktu herbisida untuk tetap dalam keadaan aktif.

Bahan organik memainkan peranan yang besar dalam adsorpsi herbisida di dalam tanah. Adsorpsi herbisida oleh bahan organik mempengaruhi perilaku beberapa herbisida di dalam tanah yaitu aktivitas biologi, persistensi, biodegradasi, pencucian dan penguapan. Bahan organik tanah dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan merupakan faktor penting yang mempengaruhi adsorpsi pestisida di dalam tanah, sehingga akan terjadi kometabolisme untuk merombak pestisida. (Napoleon *et al.*, 1995).

Masih terkait dengan bahan organik, Blair (1975) menyatakan bahwa dengan tingginya bahan organik tanah, makin tinggi pula kandungan asam-asam organik dalam tanah. Asam organik ini bersifat polielektrolit (terutama asam humat dan fulvat) yang dapat menghasilkan muatan negatif, sehingga muatan negatif tanah meningkat. Muatan negatif tanah dari asam organik ini sebetulnya berasal dari ionisasi gugus yang berupa karboksil (COOH), hidroksil (OH) dan amida (NH₂). Semua gugus ini dapat menjadi donor elektron bagi mikroorganisme tanah dalam memecah rantai ganda pestisida dalam usaha memanfaatkan karbon dan nitrogen sebagai sumber energi. Kandungan bahan organik ini akan dapat mengurangi jumlah pestisida di dalam tanah dengan jalan biodegradasi herbisida dan proses penggabungan bahan organik melalui gugus fungsional senyawa aktif pestisida.

Informasi bagaimana perilaku suatu herbisida akibat pemberian bahan organik yang berbeda sumber merupakan dasar dari efektivitas herbisida untuk menekan pertumbuhan gulma. Berdasarkan hal tersebut di atas maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menentukan

Sam-
dg
bb

laju degradasi dan persistensi herbisida metolachlor yang diaplikasikan lahan yang diberi berbagai bahan organik.

BAHAN DAN METODE

Percobaan lapangan dilaksanakan mulai bulan Nopember 2003 sampai April 2004 di Belonggandu, Kecamatan Jatisari, Kabupaten Kerawang, Propinsi Jawa Barat, ketinggian tempat 17 m di atas permukaan laut, dengan jenis tanah tergolong dalam ordo Entisol. Bahan yang digunakan pada percobaan adalah herbisida berbahan aktif metolachlor dan bahan organik yang terdiri dari pupuk kotoran sapi, kompos jerami dan kompos gulma eceng gondok. Penelitian dilakukan pada lahan pertanian kedelai kultivar Wilis.

Percobaan dilakukan dengan rancangan petak terpisah yang diulang tiga kali. Petak utama adalah jenis bahan organik yang terdiri dari: tanpa bahan organik, kompos jerami padi, pupuk kotoran sapi dan kompos eceng gondok. Anak petak adalah herbisida metolachlor yang terdiri dari dosis 1 kg b.a. ha⁻¹, 2 kg b.a. ha⁻¹ dan 3 kg b.a. ha⁻¹. Dosis semua bahan organik yang digunakan berdasarkan berat bahan organik yaitu sebesar 20 mg ha⁻¹. Konsentrasi metolachlor di dalam tanah ditentukan dengan High Performance Liquid Chromatography (HPLC) pada berbagai waktu pengamatan, yaitu saat setelah aplikasi, 30 HST (Hari Setelah Tanam), 60 HST dan 90 HST. Analisis dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Enzimatik Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan Bogor. Data konsentrasi herbisida metolachlor dalam bentuk ln (Y) diregresikan dengan waktu pengamatan

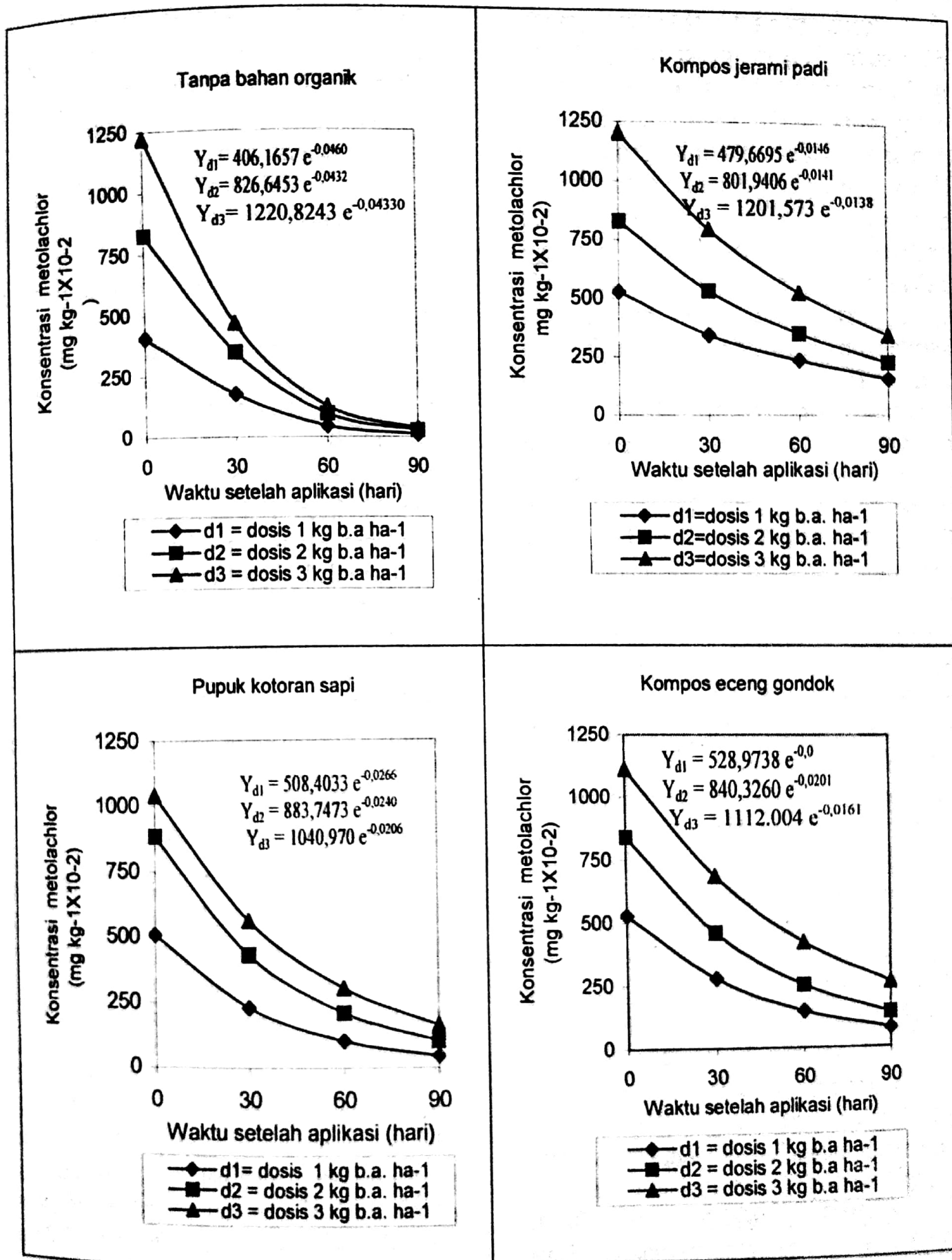
(X) menggunakan pendekatan model eksponensial $C = C_0 e^{-kt}$ (Hurle dan Waker, 1980) dimana C = konsentrasi herbisida setelah waktu t, C₀ = konsentrasi herbisida awal dan k = laju konstanta (per hari). Hasil analisis regresi digunakan untuk menentukan nilai DT₅₀ (waktu paruh) dalam satuan hari dengan persamaan $DT_{50} = \ln 0,5/k$ atau $0,6932/k$, DT₅₀ selanjutnya digunakan untuk menentukan persistensi herbisida. Untuk melihat perbedaan respons terhadap setiap dosis herbisida pada jenis bahan organik, dilakukan uji beda antar dua garis regresi (Draper dan Smith, 1981)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Laju Degradasi Herbisida di Dalam Tanah

Hubungan antara konsentrasi herbisida metolachlor dengan waktu pengamatan pada lahan tanpa bahan organik maupun yang diberi berbagai bahan organik, pada berbagai dosis aplikasi metolachlor disajikan pada Gambar 1. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa metolachlor yang diaplikasikan pada berbagai dosis dan bahan organik, dicirikan dengan laju degradasi yang cepat pada awalnya dan selanjutnya mengalami penurunan yang lambat sejalan dengan waktu. Menurut Muller *et al.* (1990) pola ini menunjukkan bahwa laju degradasi herbisida dalam tanah bersifat eksponensial.

DP?



Gambar 1. Hubungan antara konsentrasi metolachlor dalam tanah dengan waktu setelah aplikasi dalam tanah tanpa bahan organik dan dengan kompos jerami padi, pupuk kotoran sapi, dan kompos eceng gondok

Tanah yang diberi kompos jerami padi menunjukkan konsentrasi herbisida di dalam tanah tertinggi, diikuti kompos eceng gondok dan pupuk kotoran sapi dan tanpa bahan organik. Penambahan bahan organik dalam tanah akan memperbesar adsorpsi herbisida pada partikel-partikel tanah, semakin tinggi bahan organik semakin besar herbisida yang teradsorpsi dan mengurangi kehilangan herbisida dari lingkungan tanah. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Noegrohati (1992) yang menyatakan bahwa tinggi rendahnya kandungan bahan organik tanah sangat mempengaruhi residu herbisida dalam lingkungan tanah karena adsorpsi menghambat proses difusi, pencucian dan volatilisasi residu herbisida dalam tanah. Menurut Suwardji (1999) bahwa dari berbagai proses yang mempengaruhi residu herbisida di dalam tanah, proses sorpsi-desorpsi dan dekomposisi adalah merupakan dua proses yang sangat penting karena herbisida yang masuk ke dalam tanah sebagian akan teradsorpsi menjadi bentuk tidak tersedia untuk dekomposisi oleh mikroorganisme. Berdasarkan hasil *linierarizable non linier regression* dengan pola eksponensial dapat diketahui laju degradasi herbisida metolachlor pada berbagai dosis seperti disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Rata-rata konstanta laju degradasi metolachlor pada tanah tanpa bahan organik, kompos jerami padi, dan kompos eceng gondok berturut-turut sebesar 0,0260, 0,0146, 0,0239, dan 0,0144. Angka tersebut mempunyai makna bahwa herbisida metolachlor pada tanah tanpa bahan organik, kompos jerami padi, dan kompos eceng gondok akan hilang sebesar $1,0263 \mu\text{g kg}^{-1}\text{hari}^{-1}$, $1,0147 \mu\text{g kg}^{-1}\text{hari}^{-1}$, $1,0242 \mu\text{g kg}^{-1}\text{hari}^{-1}$, dan $1,1212 \mu\text{g kg}^{-1}$

hari⁻¹. Laju degradasi herbisida pada tanah tanpa bahan organik lebih cepat dibandingkan dengan laju degradasi pada tanah dengan penambahan bahan organik, dan laju degradasi pada tanah yang diberi kompos jerami padi paling lambat dari pada laju pada kompos eceng gondok dan pupuk kotoran sapi.

Semakin tinggi dosis herbisida mempunyai kecenderungan semakin rendah laju degradasi herbisida, namun diduga bahwa kecenderungan rendahnya laju degradasi herbisida pada dosis yang semakin tinggi disebabkan karena persentase konsentrasi herbisida yang hilang semakin kecil. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Ferris dan Haigh (1993) yang mengemukakan bahwa kalau kecepatan dekomposisi herbisida mengikuti reaksi kinetika orde-1, maka proporsi kehilangan herbisida akan sangat tidak tergantung pada jumlah herbisida yang diberikan, tetapi persentase herbisida yang hilang mungkin menurun pada dosis yang tinggi.

3. Persistensi Metolachlor

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa aplikasi metolachlor dosis 3 kg b.a. ha⁻¹ pada lahan pertanaman kedelai yang diberi bahan organik jerami padi menunjukkan persistensi tertinggi dengan nilai DT₅₀ sebesar 50,08 hari. Sedangkan nilai DT₅₀ metolachlor dosis 2 kg b.a. ha⁻¹ sebesar 49,29 hari dan dosis 1 kg b.a. sebesar 47,43 hari. Nilai tersebut memberikan makna bahwa semakin tinggi dosis aplikasi semakin persisten herbisida dalam tanah. Fenomena hubungan antara dosis dan persistensi tersebut di atas juga ditemui pada aplikasi herbisida metolachlor pada lahan tanpa bahan organik dan dengan bahan organik pupuk kotoran sapi dan kompos eceng gondok.

Tabel 1. Uji beda antar garis regresi

Kurve	Dosis:	F hitung $\alpha = 0,05$			Simpulan
		Regresi	//	/	
Tanpa B0	d1-d2	124,14	29,619	25,11	tidak berhimpit
	d1-d3	275,84	39,16	158,69	tidak berhimpit
	d2-d3	273,89	7,79	9,27	berhimpit
Kompos jerami padi	d1-d2	175,72	193,93	815,69	tidak berhimpit
	d1-d3	2,35	123,2	52,86	tidak berhimpit
	d2-d3	2,86	4,92	3,31	berhimpit
Pupuk kandang sapi	d1-d2	207,58	27,75	61,18	tidak berhimpit
	d1-d3	2,8682	24,92	93,31	tidak berhimpit
	d2-d3	269,92	2,17	14,64	berhimpit
Kompos eceng gondok	d1-d1	398,84	39,06	109,85	tidak berhimpit
	d1-d2	896,62	126,87	578,28	tidak berhimpit
	d2-d3	623,94	12,69	112,93	tidak berhimpit

Keterangan : // = sejajar (*parallelism*) / = berhimpit (*squeezing*)
 $d_1 = \text{metolachlor } 1 \text{ kg b.a. ha}^{-1}$ $d_2 = \text{metolachlor } 2 \text{ kg b.a. ha}^{-1}$
 $d_3 = \text{metolachlor } 3 \text{ kg b.a. ha}^{-1}$

Tabel 2. Konstanta laju degradasi (k) dan waktu paruh herbisida metolachlor pada berbagai dosis dan bahan organik

Bahan Organik	Dosis (kg b.a ha ⁻¹)	Konstanta (k)	DT ₅₀ (hari)	R ²
Tanpa B0	1	0,0460	21,2	0,92
	2	0,0432	26,7	0,85
	3	0,0433	35,34	0,96
Kompos Jerami Padi	1	0,0146	47,43	0,86
	2	0,0141	49,29	0,91
	3	0,0138	50,08	0,89
Pupuk kotoran sapi	1	0,0266	26,10	0,83
	2	0,0240	28,91	0,87
	3	0,0206	33,66	0,79
Kompos eceng gondok (<i>water hyacinth compost</i>)	1	0,0214	32,36	0,89
	2	0,0201	34,55	0,96
	3	0,0161	41,95	0,99

Rata-rata DT₅₀ metolachlor berbagai dosis dalam tanah tanpa bahan organik adalah sebesar 15,9 hari, kompos jerami padi sebesar 48,93 hari, pupuk kotoran sapi 15,06 hari dan kompos eceng gondok 29,56 hari. Berdasarkan rata-rata

tersebut maka dapat diketahui bahwa persistensi herbisida tertinggi terjadi pada tanah dengan kompos jerami padi, kemudian diikuti oleh kompos eceng gondok, pupuk kotoran sapi dan tanpa bahan organik. Fenomena ini menunjuk-

kan bahwa bahan organik yang mempunyai kandungan C organik lebih tinggi, akan semakin tinggi persistensinya. Hasil penelitian pendahuluan terhadap kandungan C organik adalah sebesar 32,58% (kompos jerami padi), 17,75% (pupuk kotoran sapi) dan 29,17% untuk eceng gondok.

Di dalam tanah sebagian besar pestisida mengalami adsorpsi dan desorpsi oleh partikel tanah dan sebagian kecil lainnya terdapat sebagai residu terikat (*bounded residue*), yaitu residu dalam partikel tanah yang lebih sukar mengalami adsorpsi. Penambahan bahan organik tanah akan meningkatkan adsorpsi herbisida metolachlor

Rata-rata DT_{50} metolachlor pada berbagai tanah tanpa dan dengan bahan organik adalah sebesar 35,63 hari. Soil Facts (2002) melaporkan bahwa metolachlor termasuk herbisida kelompok persistensi yang moderat dengan DT_{50} berkisar antara 30 sampai 100 hari. Lebih lanjut Daniel *et al.* (1992) melaporkan bahwa persistensi herbisida metolachlor pada tanaman kedelai berkisar 60-80 hari.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Laju degradasi metolachlor pada tanah tanpa bahan organik lebih cepat daripada tanah dengan penambahan bahan organik, dan laju degradasi pada tanah dengan pupuk kotoran sapi lebih cepat daripada tanah dengan kompos jerami padi dan kompos eceng gondok.
2. Rata-rata laju degradasi metolachlor pada tanah tanpa bahan organik, kompos jerami padi, dan kompos eceng gondok berturut-turut sebesar $1,0263 \mu g kg^{-1} hari^{-1}$, $1,0147 \mu g kg^{-1}$

$hari^{-1}$, $1,0242 \mu g kg^{-1} hari^{-1}$, dan $1,1212 \mu g kg^{-1} hari^{-1}$.

3. Persistensi herbisida (DT_{50}) tertinggi diperoleh pada tanah dengan bahan organik kompos jerami padi (48,93 hari), kemudian diikuti oleh kompos eceng gondok (29,56), tanpa bahan organik (15,9 hari) dan pupuk kotoran sapi (15,06 hari).

DAFTAR PUSTAKA

- Blair, G.J. 1975. Soil Fertility and Plant Growth in Course Manual in Annual Crop Production. AAUCS.
- Daniel, L.N.D., D.E. Peterson, and D.L. Regerhr. 1992. Residual Herbicide Degradation, and Recropping Intervals. Kansas State University Agriculture Experiment Station and Cooperative Extension Service
- Draper, R.N., and H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. 2nd Ed. John Wiley and Sons. Chichester.
- Ferris, I.G., and B.M. Haigh. 1993. Herbicide Persistence Environment in Australian Soil; Implication For Agriculture, In Jack Altemen (EDS) Pesticide Interaction in Crop Production. CRC Press, London.
- Hager, A.G., and C.L. Spargue. 2002. Factor Effecting Herbicide Persistence. Illinois Agricultural Pest Management Handbook. University of Illionis, Illionis, IL.
- Kookana, R.S., S. Baskaran, and R. Naidu. 1988. Pesticide Fate and Behaviour in Australia in Relation to Contamination and Management of Soil and Water A Review. Aust. J. Soil Res., 1998. 36 : 765-81.

Mueller, T.C., and R.M. Hayes. 1996. Effect of Thiozapyr on Soybean Growth and Dissipation in Soil. *Weeds Sci.* 38:694-697.

Napoleon, A., Joetono, dan A. Maas. 1995. Dampak Penggunaan Karbofuran terhadap Aktivitas Mikroorganisme Perombak Bahan Organik dan Kesuburan Tanah. M.S.Thesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Noegrohati, S. 1992. Petunjuk Laboratorium Analisis Pestisida Organoklorin, PAU-Bioteknologi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Rao, V.S. 2000. Principles of Weed Science. 2nd Ed. Science Publisher, Inc. Enfield, NH.

Soil Facts. 2002. Protecting Groundwater in Nort Carolina- A Pesticide and Soil Ranking System. [Http://www. Soil.Edu/Publications/Soilfacts/AD F-439-31/](http://www.Soil.Edu/Publications/Soilfacts/AD F-439-31/). Maret, 2004.

Suwardji. 1999. Interactive Relationship between Sorbtion and Decomposition Og Glyphosate in Soil. I. Influence of Temperature on The Adsorbtion of 14C-Methyl Labelled Glyphosate In Victorian Soil. *Agrateksos* 1:122-129.

Vallaey, T. and G. Soulas. 1997. Pesticide : Microbial Degradation and Effects on Microorganisms. P : 547-575. In Van Elsas, J.D., J.T. Trevors, E.M.H. Wellington. *Modern Soil Microbiology*. (Ed) Marcel Dekker, Inc. New York.