

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Bogor, 6 November 2014

**PENGARUSUTAMAAN LINGKUNGAN  
DALAM PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM:  
TANTANGAN DALAM PEMBANGUNAN NASIONAL**



PS Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan  
Sekolah Pascasarjana,  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR



PS Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

---

ISBN 978-602-17593-6-3



9 786021 759363

## KATA PENGANTAR

Prosiding Seminar Nasional ini merupakan kumpulan makalah yang telah diseminarkan dalam Seminar Nasional yang diselenggarakan pada tanggal 6 November 2014 di IPB International Convention Center, Bogor. Seminar ini diselenggarakan oleh Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, IPB.

Permasalahan pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan merupakan isu yang berskala nasional maupun global. Indonesia sebagai negara berkembang tidak terlepas dari permasalahan tersebut. Eksploitasi sumberdaya alam yang berlebihan yang tidak memperhatikan daya dukung dan daya tampung membawa dampak lingkungan yang besar pada seluruh ekosistem, termasuk lingkungan tanah, air, dan udara. Kerusakan lingkungan terjadi tidak saja pada ekosistem daratan, tetapi juga ekosistem perairan.

Berbagai kebijakan dan penelitian maupun praktek-praktek pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan telah banyak diimplementasikan. Namun, implementasi praktek pengelolaan sumberdaya alam saat ini belum optimal yang memberikan konsekuensi pada pembangunan yang tidak berkelanjutan. Oleh karena itu diperlukan media yang memfasilitasi sharing pengalaman dan pengetahuan dibidang ini sehingga terwujud pembangunan yang berkelanjutan.

Permasalahan pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan merupakan permasalahan yang bersifat multisektoran dan multidimensi yang memerlukan penanganan yang bersifat *multiapproach* dan terintegrasi. Oleh karena itu, pendekatan dari berbagai aspek termasuk pendidikan, penelitian, kebijakan, dan praktek di lapangan akan memberikan informasi yang berarti bagi perumusan strategi pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan yang berkelanjutan.

Seminar Nasional yang diselenggarakan PS Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan ini diharapkan untuk dapat mendokumentasikan dan memperluas jaringan informasi terkait praktek, permasalahan, dan alternatif solusi yang optimal (dari dimensi ekologis, ekonomis, dan sosial budaya) dalam pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan. Karena itu, seminar mengambil tema: Pengarusutamaan Lingkungan dalam Pengelolaan Sumberdaya Alam: Tantangan dalam Pembangunan Nasional.

Dengan demikian diharapkan output seminar yang berupa Prosiding ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan khususnya, dan pembangunan nasional pada umumnya.

**TIM EDITOR**

## DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii

### **BIDANG KEBIJAKAN PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN**

1. Analisis Pengelolaan Lingkungan Pabrik Kelapa Sawit Batu Ampar – PT. Smart Tbk dalam Implementasi Indonesian Sustainable Palm Oil (Hendra Septiawan, Hariyadi, Machmud Thohari) .....	1
2. Challenges For Vegetable Smallholder Farmers in Achieving Agricultural Sustainability (Wahil Ullah, Sri Mulatsih, Sahara, Syaiful Anwar) .....	13
3. Penyederhanaan Rantai Pasok Padi dalam Mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan : Kasus Klaster Industri Pertanian Terpadu (KIPT) Padi Sehat Oleh Sapa (Mimin Aminah, Luwarso, Tridoyo, Gelar Satya Budhi) .....	27
4. Analisis Perilaku Petani Padi dalam Pemilihan Benih : Kasus Jawa Barat (Fifi Diana Thamrin, Rizal Sjarief, Bunasor Sanim, Hari WIjayanto) .....	41
5. Peran Ruang Terbuka Hijau dalam Mengatasi <i>Urban Heat Island</i> di Perkotaan (Siti Badriyah, Lilik Budi Prasetyo, Eva Rachmawati) .....	57
6. Valuasi Ekonomi Kegiatan Pertambangan Emas dan Persepsi Masyarakat terhadap Dampak Sosial di Kecamatan Huta Barget, Sumatera Utara (Muhrina Anggun Sari Hasibuan, Sri Mulatsih, Lailan Syaufina) .....	63
7. Pengelolaan Eco Pesantren Berwawasan Lingkungan (Fachrudin M. Mangunjaya) .....	79
8. Kesesuaian Lahan dan Perairan, Kelayakan Usaha dan SWOT untuk Penyusunan Strategi Pemanfaatan Sumberdaya untuk Budidaya di Kawasan Pesisir Kabupaten Bangka Barat (Widiatmaka, Amini, Komarsa Gandasasmita).....	93
9. Adopsi Prinsip-Prinsip Conservation Easement untuk Memperkuat Program Perlindungan Lahan Pertanian Berkelanjutan di Indonesia (Asnelly Ridha Daulay) .....	109

### **BIDANG PENGELOLAAN PENCEMARAN LINGKUNGAN**

1. Deraja Berbahaya Air Abu, Boraks dan Formalin Pada Kuliner Mie Aceh yang Beredar di Kota X Provinsi Aceh dan Dampak Terhadap Kesehatan Masyarakat (Yulizar, Ietje Wientarsih, Akhmad Arif Amin) .....	117
2. Kantong Plastik Belanja <i>Biodegradable</i> : Salah Solusi Mengatasi Masalah Pencemaran Lingkungan (Melanie Cornelia) .....	131



3. Sifat-Sifat Tanah dan Konsentrasi Herbisida Glifosat Pada Beberapa Kedalaman dan Waktu Setelah Aplikasi Pada Tanah Latosol Dari Darmaga, Bogor (Widiatmaka, Nuzul Hijri Darlan, Yayat Hidayat, Gunawan Djajakirana) ..... 147
4. Efektifitas Kitosan dan Biofilter Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solm) dan Kijing Taiwan (*Anodontawoodiana*) sebagai Adsorben Pada Pengolahan Limbah yang Mengandung Logam Hg, Cd dan Pb (Teti Resmianty, Ety Riani, Albert Napitupulu) ..... 159

### **BIDANG KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI**

1. Peningkatan Produktifitas Lahan Pada Sumber Benih Surian dengan Sistem Agroforestri (Agus A. Purnomo, Iskandar Z. Siregar, Cecep Kusmana, Endah R. Palupi) ..... 163
2. Monitoring Kesehatan Hutan di Hutan Penelitian Parung Panjang, Bogor, Jawa Barat (Yulianti Bramasto, Danu, Endang Pujiastuti) ..... 177
3. Struktur Komunitas dan Komposisi Jenis Pohon Pada Areal-areal Bekas Gangguan di Gunung Papandayan Jawa Barat (Cecep Kusmana, Ani Suryani, Tatang Tiryana dan Ichsan Suwandhi) ... 191
4. Perbanyakan Ulin (*Eusideroxylon zwageri* T.Et b.) Melalui Cangkok (Dharmawati F. Djam'an, Eva Yuswita, Mita Diantina) ..... 207
5. Isolasi dan Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Bebas dan Penghasil *Indole 3 Acetic Acid* Asal Sampel Tanah dari Jambi (Ismi Isti'anah, Nisa Rachmania) ..... 215

### **BIDANG MITIGASI-ADAPTASI BENCANA**

1. Sistem Informasi Persebaran Titik Panas di Indonesia Menggunakan *OpenLayers* dan *Geoexplorer* (Rizki Dinar Mulya, Imas Sitanggung) .. 223
2. Perubahan Iklim dan Proyeksinya di DAS Cisangkuy Kabupaten Bandung (Dadang Subarna, M. Yanuar J. Purwanto, Kukuh Murtillaksono, Wiweka) 233
3. Membangun Jaringan Penelitian untuk Restorasi Ekosistem Hutan Berdasarkan Pemberdayaan Masyarakat Lokal Sebagai Upaya Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca (Gusti Hardinsyah, Fahrizal, Farah Diba) ..... 243
4. Penilaian Ekonomi Kerusakan Lingkungan Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan: Studi Kasus Provinsi Riau 2014 (Lailan Syaufina, Sri Mulatsih) . 251
5. Analisis Potensi Kerawanan Bencana Longsor, Keterkaitan Perubahan Tutupan Lahan Dan Kesesuaian Pola Ruang Dalam RTRW Propinsi Jawa Barat (Studi Kasus DAS Citarum) (Waluyo Yogo Utomo, Widiatmaka) . 269
6. Praktek Penyiapan Lahan Dengan Membakar Oleh Masyarakat Di Wilayah Kerja Daops Manggala Agni Muara Bulan, Provinsi Jambi (Ferdian Krisnanto, Arzyana Sungkar, Lailan Syaufina) ..... 287

**SIFAT-SIFAT TANAH DAN KONSENTRASI HERBISIDA  
GLIFOSAT PADA BEBERAPA KEDALAMAN DAN WAKTU  
SETELAH APLIKASI PADA TANAH LATOSOL DARI  
DARMAGA, BOGOR**

**Widiatmaka<sup>1,3</sup>, Nuzul Hijri Darlan<sup>2</sup>, Yayat Hidayat<sup>1</sup>, Gunawan Djajakirana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fak. Pertanian, IPB

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan

<sup>3</sup>Korespondensi: widiatmaka@yahoo.com

**Abstract**

*When it falls to the ground, in soil, herbicides interact with soil particles and plant roots. Herbicides that fell to the ground could be absorbed by soil particles, absorbed by the plants roots, carried by run-off, or it will be degraded. Herbicide residues in the soil can cause poisoning in major crops and can cause pollution to the nearest water source. Therefore, the presence of herbicide residues in the soil needs to be considered in relation to the preservation of the environment. This study aimed to examine the changes in the concentration of glyphosate which were applied to the soil in term of soil depth and time after application. The study was conducted at the Experimental Farm land at the Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University in Cikabayan, Darmaga, Bogor. Soil profile is made to characterize the properties of the soil. Experimental plots measuring 15 × 15 m<sup>2</sup> were made, then planting with soybeans. The glyphosate treatment given is a dose of glyphosate (3,5 kg / ha and 1,75 kg / ha), glyphosate were sprayed on the plants. The concentration of glyphosate in the soil was determined by using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). Glyphosate concentration was measured from the soil taken from the layer I (0-10 cm), II (10-20 cm), III (20-30 cm), IV (40-50 cm), and V (50-60 cm); each sample was taken at time of 0 DAA (days after application), 1 DAA, 2 DAA, 3 DAA, 7 DAA, 10 DAA, 14 DAA, 21 DAA and 28 DAA. The soil where the experiments were carried out has a major characteristics of high clay content, clay accumulation at certain depths and relatively good physical properties. This soil is classified in terms of USDA (1998) as Fluventic Dystrudepts, clayey to loamy, mixed, isohypertermic. The results of the analysis showed that the concentration of glyphosate in soil decreases with increasing soil depth and time of observation. The concentration of glyphosate residues in soil is greater in the lower slope (slope 5.5%) than the upper slope (slope 8.0%). Decrease in the concentration of glyphosate in soil is rapid in the first three days, while from the third day until the 21st day, the pattern of decline is more slowly, until unmeasured on the 28th day. The dynamics of the decrease in the concentration of glyphosate in soil is influenced*

by rainfall. The decrease of the relatively large concentration of glyphosate occurred after a heavy rainfall.

**Key words:** glyphosate herbicide, soil and water pollution, Latosol

## PENDAHULUAN

Herbisida yang beredar di Indonesia cukup banyak, digunakan untuk keperluan perlindungan tanaman, khususnya dalam pertanian dan kehutanan. Sebagai gambaran, hingga kuartal pertama tahun 2008 telah tercatat 1702 formulasi pestisida yang telah terdaftar dan diizinkan penggunaannya, sedangkan bahan aktif yang terdaftar mencapai 353 jenis. Salah satu herbisida yang digunakan dalam sistem olah tanah konservasi adalah herbisida berbahan aktif glifosat, yang termasuk dalam golongan organofosfat. Herbisida jenis ini biasa digunakan untuk membasmi berbagai gulma berdaun lebar dan sempit, seperti alang-alang (*Imperata cylindrica*), rumput rawa (*Ottochloa nodosa*), mikania (*Mikania micrantha*), kentangan (*Borreria alata*), teki rawa (*Cyperus kilingia*) dan lain-lain (Komisi Pestisida, 2000).

Disamping manfaatnya dalam memberantas gulma, herbisida dapat memiliki efek samping. Salah satunya, residu herbisida di dalam tanah dapat menyebabkan keracunan pada tanaman utama, atau dapat menyebabkan pencemaran ke sumber air terdekat (Botta *et al.*, 2009). Di dalam tanah, herbisida berinteraksi dengan partikel tanah dan akar tanaman. Herbisida yang jatuh ke tanah akan diadsorpsi oleh partikel tanah, diserap akar tanaman, terdegradasi atau terbawa ke dalam hingga mencapai air bawah tanah. *Fate* dari herbisida tersebut tergantung pada banyak hal, selain dari sifat herbisidanya sendiri juga pada sifat-sifat tanah seperti kadar liat, pori tanah maupun sifat kimia dan fisik tanah. Disamping itu, karakteristik lingkungan terutama iklim dan curah hujan sangat menentukan. Keberadaan residu herbisida di dalam tanah perlu diperhatikan dalam praktek pertanian dalam kaitannya dengan upaya pemeliharaan lingkungan.

Penelitian tentang glifosat di dalam tanah telah beberapa kali dilakukan (Wardoyo, 2001; Albers *et al.*, 2009) yang antara lain menunjukkan bahwa distribusi glifosat di dalam tanah sangat ditentukan oleh tekstur tanah, terutama kadar liatnya. Dalam konteks tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan konsentrasi glifosat yang diaplikasikan ke tanah berdasarkan kedalaman tanah dan waktu setelah aplikasi.

## METODOLOGI PENELITIAN

**Lokasi.** Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, IPB di Cikabayan, Darmaga, Bogor. Analisis sifat fisik dan kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah dan Air, dan Laboratorium Rutin Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB.

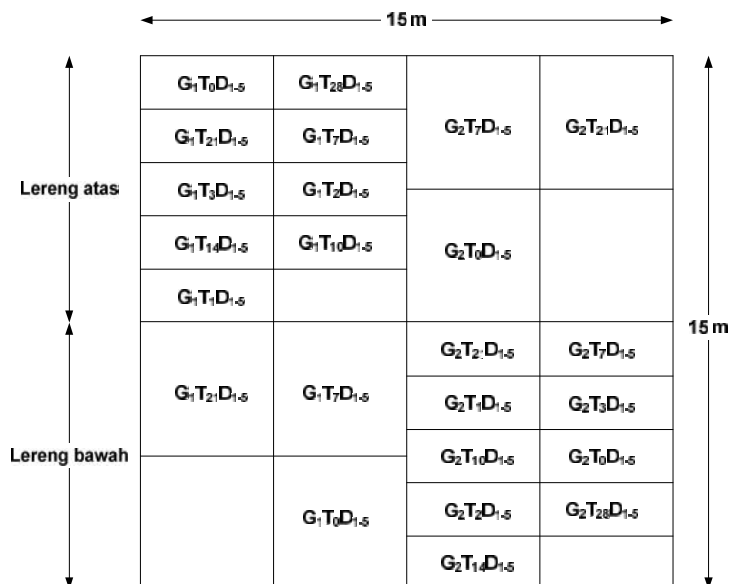
Analisis kadar glifosat dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan (Balitbio), Cimanggu, Bogor.

**Bahan dan Alat.** Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tanah Latosol Darmaga, herbisida berbahan aktif glifosat, benih kedelai (*Glycine max (L.)*), pupuk urea, SP-36, dan KCl, serta bahan kimia untuk analisis di laboratorium. Untuk analisis tanah, alat yang digunakan adalah peralatan analisis tanah rutin. Untuk analisis kadar glifosat di dalam tanah, alat yang digunakan adalah *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dengan menggunakan panjang gelombang (  $\lambda$  ) 340 nm. Pengambilan contoh tanah untuk analisis konsentrasi residu glifosat didalam tanah diambil menggunakan bor khusus yang dibuat untuk penelitian ini, yang dirancang sedemikian rupa sehingga pengambilan tanah dari kedalaman tidak terkontaminasi oleh lapisan tanah bagian atas. Alat lain yang digunakan adalah *sentrifuge*, oven, *Atomic Adsorption Spectrophotometer* (AAS), timbangan analitik, dan peralatan gelas untuk analisis laboratorium.

**Profil Tanah dan Analisis Pendahuluan.** Untuk karakterisasi tanah dalam *term* morfologi dan klasifikasi, sebuah profil tanah berukuran 2m x 3m dengan kedalaman 1.5 m dibuat di lokasi penelitian. Terhadap profil tanah tersebut dilakukan deskripsi morfologi tanah. Contoh tanah profil diambil pada setiap horizon untuk analisis sifat-sifat tanah di laboratorium. Contoh tanah lain yang diambil adalah contoh tanah komposit dan contoh tanah tidak terganggu, yang diambil di dekat lokasi profil dengan *ring sample*. Pengambilan contoh tanah komposit ditujukan untuk analisis sifat-sifat kimia dan tekstur tanah, sedangkan pengambilan contoh tanah tidak terganggu ditujukan untuk analisis sifat fisik tanah.

**Petak Percobaan.** Petak percobaan (Gambar 1) berukuran 15 m x 15 m dibuat. Petak dibuat pada tanah datar dengan lereng makro yang tergolong datar, tingkat kemiringan berkisar antara 0 sampai 8%. Secera mikro, petak bagian bawah memiliki kemiringan 5.5%, sedangkan petak bagian atas memiliki kemiringan 8%. Petak dibagi menjadi dua bagian, masing-masing bagian kemudian dibagi lagi menjadi 9 petak kecil berukuran 3.75 m x 1.5 m. Penelitian ini merupakan penelitian faktor tunggal, tanpa ulangan. Tanah diolah dengan cangkul, kemudian diberi pupuk SP-36, urea, dan KCl dengan takaran masing-masing 200, 100, dan 150 kg/ha. Benih kedelai ditanam dengan jarak tanam 50 x 10 cm.





Gambar 1 Denah petak percobaan

**Perlakuan Herbisida.** Herbisida glifosat disemprotkan pada petak tanah saat tanaman kedelai berumur lima minggu. Takaran penyemprotan glifosat pada petak pertama adalah 3.5 kg/ha (G1), sedangkan pada petak kedua adalah 1.75 kg/ha (G2).

**Analisis Kadar Glifosat.** Analisis glifosat dilakukan pada contoh tanah yang diambil dari 5 (lima) kedalaman, yaitu lapisan I (0-10 cm), lapisan II (10-20 cm), lapisan III (20-30 cm), lapisan IV (40-50 cm), dan lapisan V (50-60 cm). Pengambilan contoh tanah dilakukan pada 0 hari setelah aplikasi (HSA) (T0), 1 HSA (T1), 2 HSA (T2), 3 HSA (T3), 7 HSA (T7), 10 HSA (T10), 14 HSA (T14), 21 HSA (T21), dan 28 HSA (T28). Analisis glifosat padatanah dengan menggunakan HPLC hanya mengekstrak glifosat yang berada dalam larutan tanah, tidak mengekstrak glifosat terjerap dalam tanah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Karakteristik Tanah.** Pedon ini memiliki epipedon *Okrik*, yang dicirikan oleh warna tanah dengan *value* 4 dan *chroma* 4, dengan perkembangan struktur sedang dan konsistensi gembur. Horizon penciri bawah pada profil tanah tersebut adalah horizon *Kambik*, yang dicirikan oleh adanya penimbunan liat secara jelas, meskipun belum mencapai tahap *Argilik*. Tekstur tanahnya adalah lempung (lebih halus dari pasir) dan dominan liat. Profil yang diteliti telah menunjukkan adanya perkembangan struktur tanah. Dengan ciri tersebut, tanah diklasifikasikan

dalam ordo *Inceptisol*. Tanah ini tidak memiliki epipedon Plagen dan memiliki regim kelembaban tanah Udik, sehingga termasuk dalam sub-ordo *Udepts*. Dengan kejenuhan basa <35% di beberapa horizon antara kedalaman 25 dan 150 cm, mempunyai kadar C-organik 12 kg/m<sup>3</sup> atau lebih sampai kedalaman 150 cm serta tidak mempunyai horizon Sombrik, maka tanah ini tergolong dalam great-group *Dystrudepts*. Tanah ini termasuk dalam sub-group *Fluventic Dystrudepts* yang dicirikan oleh kadar C-organik yang menurun tidak teratur sampai ke dasar horizon Kambik dan mempunyai kemiringan lereng <25%. Tanah ini dicirikan oleh kadar liat >60%. Berdasarkan nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK), jenis mineral liat tanah diduga adalah campuran. Regim temperatur tanah adalah isohipertermik. Dengan demikian, dalam kategori famili, tanah ini tergolong dalam *Fluventic Dystrudepts, berliat diatas berlempung, campuran, isohipertermik*.

**Sifat Tanah Komposit.** Tanah Latosol Darmaga pada petak percobaan mempunyai tingkat kemasaman yang tinggi pada setiap lapisan dengan pH tanah berkisar dari 4.70 sampai 4.90 (**Tabel 1 dan 2**). Kapasitas Tukar Kation tanah berkisar pada 10.71-13.87 me/100g yang tergolong rendah jika diklasifikasikan berdasarkan kriteria penilaian sifat-sifat tanah (PPT, 1982 dalam Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007), sedangkan Kejenuhan Basa-nya tergolong sangat rendah (12.15 % sampai 18.84%). Kondisi ini mengakibatkan pertukaran kation-kation pada larutan tanah relatif sedikit. Kadar aluminium dapat dipertukarkan berkisar antara 1.92-2.56 me/100g. Aluminium dalam larutan tanah merupakan penyebab kemasaman karena cenderung terhidrolisis. Reaksi hidrolisis tersebut membebaskan ion hidrogen yang mengakibatkan pH tanah menjadi rendah. Kadar unsur mikro seperti besi yang terekstrak tidak terlalu tinggi pada setiap kedalaman. Meskipun demikian, pada tanah Latosol seperti ini, kadar besi cukup tinggi dalam bentuk oksida besi, yang tersebar di seluruh profil, tercermin pada warna merah pada keseluruhan profil tanah.

Tabel 1 Sifat kimia tanah Latosol Darmaga pada petak percobaan (rataan, contoh tanah komposit)

Kedalaman	PH 1:1		KTK (me/100g)	N KCl (me/100g)		Fe (ppm)
	H <sub>2</sub> O	KCl		Al	H	
0-10 cm	4.80	3.80	13.34	2.24	0.31	2.18
10-20 cm	4.70	3.90	12.78	2.88	0.34	2.46
30-40 cm	4.75	3.85	12.72	2.50	0.32	5.02
40-50 cm	4.80	3.80	12.95	2.26	0.29	2.26

Tabel 2 Sifat kimia latosol darmaga pada petak percobaan

No Lapang	pH		C-Org	N-Total (%)	P-Bray (ppm)	Ca	Mg	K (me/100g)	Na	KTK	KB (%)	Al (me/100g)	H (me/100g)	Fe	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn	Tekstur (%)			KA (%)
	H2O	KCl																Pasir	Debu	Liat	
I 0-10 cm	4.90	3.90	2.63	0.27	0.7	1.10	0.32	0.18	0.30	13.98	13.59	2.56	0.34	2.04	3.04	2.80	46.60	6.12	4.08	89.80	22.72
10-20 cm	4.70	3.90	1.92	0.19	1.0	2.56	0.67	0.26	0.32	14.13	29.96	2.36	0.29	2.08	2.60	2.80	43.96	4.79	6.32	88.89	26.80
20-30 cm	4.70	3.80	1.36	0.13	2.0	0.85	0.25	0.13	0.30	11.30	133.54	2.64	0.36	6.72	3.20	2.08	35.92	5.89	7.18	86.93	27.82
40-50 cm	4.80	3.80	0.88	0.10	0.2	0.94	0.22	0.12	0.28	12.56	12.42	2.40	0.32	2.84	3.76	1.88	38.52	5.19	5.30	89.51	21.36
II 0-10 cm	4.70	3.70	1.92	0.16	0.3	0.87	0.17	0.10	0.22	12.70	10.71	1.92	0.27	2.32	3.04	2.56	46.76	6.51	11.64	81.85	24.44
10-20 cm	4.70	3.90	1.52	0.14	1.2	0.70	0.16	0.12	0.24	11.38	1.072.00	3.40	0.38	2.84	3.12	2.52	50.36	4.73	14.55	80.72	23.73
20-30 cm	4.80	3.90	1.20	0.12	0.2	0.95	0.22	0.13	0.30	14.13	11.32	2.36	0.28	3.32	3.32	1.28	40.96	7.08	11.53	81.39	25.36
40-50 cm	4.80	3.80	1.04	0.11	0.5	1.20	0.23	0.10	0.32	13.34	13.87	2.12	0.25	1.68	3.52	1.32	36.00	4.58	11.48	83.94	25.92

Tabel 3 Data sifat kimia dan tekstur tanah

Horison	Kedalaman (cm)	pH H2O	Al-dd (me/100g)	P-tersedia (ppm)	N-total (%)	C-org	C/N	KTK (me/100g)	Total Basa (%)	KB (%)	Basa yang dapat dipertukarkan (me/100g)				Tekstur (%)		
											K	Na	Ca	Mg	Pasir	Debu	Liat
Ap1	0-10	4.8	0.36	4.69	0.17	2.89	17.00	11.65	3.80	32.62	0.07	0.09	2.97	0.67	13.16	27.66	59.18
AP2	10-27	5.2	0.27	5.81	0.10	2.13	21.30	9.26	2.96	31.97	0.05	0.09	2.69	0.13	16.53	23.06	60.41
AB	27-44	5.2	0.37	5.85	0.09	1.00	11.11	9.67	2.18	22.54	0.05	0.09	1.79	0.25	18.99	28.26	52.75
Bw1	44-83	4.9	2.68	5.75	0.03	0.71	23.67	13.74	2.09	15.21	0.03	0.04	1.50	0.52	34.70	41.44	23.86
Bw2	83-103	5.4	0.84	Tr	0.02	0.18	9.00	14.30	2.04	14.27	0.04	0.04	1.49	0.47	43.71	44.45	11.84
BC	103-160	5.4	0.83	2.39	0.03	0.37	12.33	9.79	2.83	28.91	0.03	0.09	2.16	0.55	56.22	41.33	2.45



**Sifat Fisik Tanah.** Bobot isi tanah rata-rata pada lapisan atas (0-20 cm) adalah sebesar 1.02 g/cm<sup>3</sup> sedangkan pada lapisan bawah (20-40 cm) adalah 0.89 g/cm<sup>3</sup> (**Tabel 4**). Umumnya, bobot isi tanah lapisan atas lebih rendah dibandingkan tanah di lapisan bawah karena lapisan atas biasanya lebih gembur. Lebih tingginya bobot isi tanah lapisan atas pada penelitian ini kemungkinan berkaitan dengan kadar liat yang relatif tinggi maupun faktor antropik, karena pemadatan tanah. Ruang Pori Total (RPT) tanah rata-rata pada lapisan atas adalah 61.70%, sedangkan pada lapisan bawah adalah 66.37%. Jumlah ruang pori pada tanah di petak percobaan ini tergolong cukup tinggi karena tanahnya mempunyai tekstur halus, sehingga dalam tiap satuan isi akan dijumpai banyak ruang pori. Drainase pada tanah ini agak lambat karena jumlah pori drainase yang relatif sedikit, rata-rata hanya sebesar 6.71%.

Permeabilitas tanah rata-rata pada lapisan atas adalah 0.7 cm/jam, sedangkan pada lapisan bawah adalah 1.27 cm/jam. Berdasarkan kelas permeabilitas (PPT, 1969 dalam Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007), permeabilitas pada tanah ini tergolong agak lambat pada setiap lapisan.

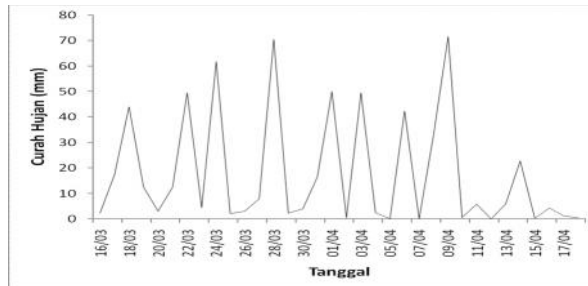
Tabel 4 Sifat fisika tanah Latosol Darmaga pada petak percobaan (rata-rata)

Kedalaman (cm)	BD (g/cc)	Porositas (%)	Pori Drainase			Permeabilitas (cm/jam)
			Sangat Cepat	Cepat	Lambat	
0-20 cm	1.02	61.70	7.07	4.80	3.97	0.70
20-40 cm	0.89	66.37	14.47	6.32	3.66	1.27

**Curah Hujan.** Pergerakan glifosat dalam tanah sangat dipengaruhi oleh iklim lingkungan sekitarnya. Salah satu faktor iklim yang penting adalah curah hujan. Besarnya curah hujan sangat mempengaruhi kadar glifosat yang terdapat di dalam tanah setelah dilakukannya aplikasi dan pergerakannya ke lapisan tanah, baik secara vertikal maupun horisontal

Hujan yang terjadi selama pelaksanaan percobaan cukup besar. Jumlah curah hujan yang terjadi pada bulan Maret adalah sebesar 414.2 mm, sedangkan pada bulan April sebesar 577.7 mm. Hujan-hujan tersebut terjadi selama 25 hari hujan, baik pada bulan Maret maupun bulan April. Dengan demikian, rata-rata curah hujan harian selama bulan Maret adalah sebesar 16.57 mm, sedangkan pada bulan April sebesar 23.11 mm. Curah hujan harian maksimum pada bulan Maret adalah sebesar 70.5 mm, sedangkan pada bulan April adalah sebesar 71.5 mm (**Gambar 2**). Jika curah hujan ini dibandingkan dengan rata-rata curah hujan bulanan dalam setahun, terlihat bahwa curah hujan selama pelaksanaan percobaan relatif tinggi.

**Distribusi Glifosat Berdasarkan Kedalaman Tanah dan Waktu.** Hasil analisis glifosat seperti disajikan pada **Tabel 5** menunjukkan bahwa konsentrasi residu glifosat di dalam tanah menurun dengan bertambahnya kedalaman dan semakin lamanya waktu pengamatan setelah aplikasi, baik pada dosis 3.5 kg/ha maupun 1.75 kg/ha. Konsentrasi residu glifosat pada dosis 3.5 kg/ha selalu lebih besar dari konsentrasi residu glifosat pada dosis 1.75 kg/ha.

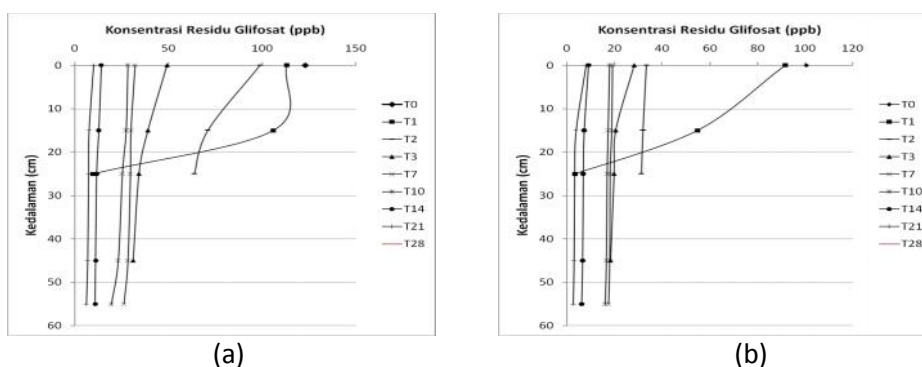


Gambar 2 Distribusi curah hujan harian pada saat penelitian dilakukan

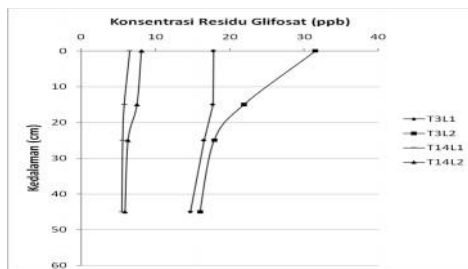
Konsentrasi residu glifosat yang terdapat di permukaan tanah pada waktu 2 jam setelah aplikasi adalah sebesar 61.48 ppm pada perlakuan dosis 3.5 kg/ha, dan 50.30 ppm pada dosis 1.75 kg/ha. Konsentrasi residu glifosat pada lapisan lainnya tidak diukur pada hari pertama aplikasi ini karena diasumsikan bahwa glifosat belum terbawa air infiltrasi ke lapisan lainnya.

Pada waktu pengamatan hari berikutnya, residu glifosat telah terukur hingga lapisan II (20-30 cm). Residu glifosat pada lapisan IV (40-50 cm) baru terukur pada 3 HSA, sedangkan lapisan V (50-60 cm) terukur pada 7 HSA. Pergerakan glifosat didalam tanah dibantu oleh air hujan yang jumlahnya cukup besar selama penelitian berlangsung.

Dari **Gambar 3a** dan **Gambar 3b** dapat dilihat bahwa pada saat 1 HSA (T1), pola konsentrasi glifosat di dalam tanah berbeda jika dibandingkan dengan hari pengamatan lainnya. Konsentrasi residu glifosat yang terdapat pada lapisan III (20-30 cm) masih sangat sedikit (4.20 ppm pada dosis 3.5 kg/ha, dan 1.70 ppm pada dosis 1.75 kg/ha). Hal ini disebabkan pada 1 HSA tersebut, glifosat yang terbawa air infiltrasi dari lapisan I (0-10 cm) dan lapisan II (10-20 cm) masih sedikit karena curah hujan pada hari sebelumnya relatif kecil. Hujan yang terjadi merupakan hujan gerimis yang tercatat hanya sebesar 3 mm.



Gambar 3 Konsentrasi residu glifosat pada tanah menurut kedalaman: aplikasi pada dosis 3.5 kg/ha (a), aplikasi pada dosis 1.75 kg/ha (b)



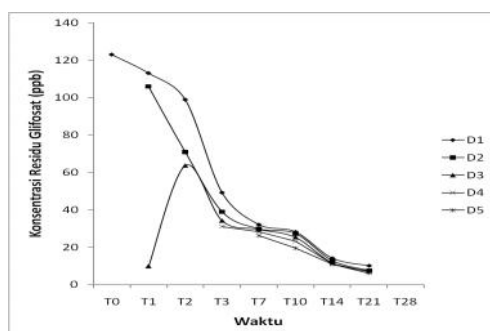
Gambar 4 Konsentrasi residu glifosat pada 3 HSA dan 14 HSA pada lereng atas dan bawah (dosis 3.5 kg/ha)

Konsentrasi residu glifosat pada tanah yang terletak di lereng bawah (kemiringan 5.5%) lebih tinggi dibandingkan pada tanah yang terletak di lereng atas (kemiringan 8.03%), pada dosis 3.5 kg/ha (**Gambar 4**). Hal ini berlaku pula pada dosis 1.75 kg/ha. Diduga sebagian residu glifosat dari lereng atas tererosi, kemudian mengendap pada petak percobaan yang terletak di lereng bawah.

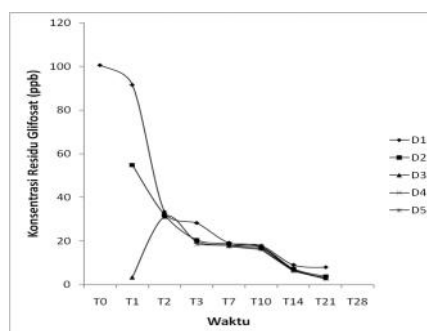
Tabel 5 Konsentrasi residu glifosat per kedalaman dan waktu (ppb)

Dosis	Kedalaman (cm)	Waktu									
		0 hari	1 hari	2 hari	3 hari	7 hari	10 hari	14 hari	21 hari	28 hari	
3.5 kg/ha	0-10	123.0	113.1	98.9	49.2	32.1	28.2	14.1	10.1	ttu	
	10-20	Tdu	105.9	70.9	39.0	29.9	27.3	12.8	7.6	ttu	
	20-30	Tdu	9.8	63.7	34.2	29.6	25.3	11.7	7.3	ttu	
	40-50	Tdu	ttu	Ttu	31.1	28.3	23.1	11.1	6.8	ttu	
	50-60	Tdu	ttu	Ttu	Ttu	26.2	19.5	10.9	6.1	ttu	
1.75 kg/ha	0-10	100.6	91.6	33.4	28.3	19.2	17.9	9.1	8.0	ttu	
	10-20	Tdu	54.8	31.9	20.5	18.8	17.3	7.3	3.8	ttu	
	20-30	Tdu	3.4	31.2	19.8	18.1	16.9	6.9	3.2	ttu	
	40-50	Tdu	ttu	Ttu	18.3	17.9	16.6	6.6	2.9	ttu	
	50-60	Tdu	ttu	Ttu	Ttu	17.4	16.1	6.2	2.6	ttu	

Keterangan: ttu = tidak terukur; tdu = tidak diukur



(A)



(B)

Gambar 5 Konsentrasi residu glifosat per waktu pada dosis 3.5 kg/ha (A) dosis 1.75 kg/ha (B)



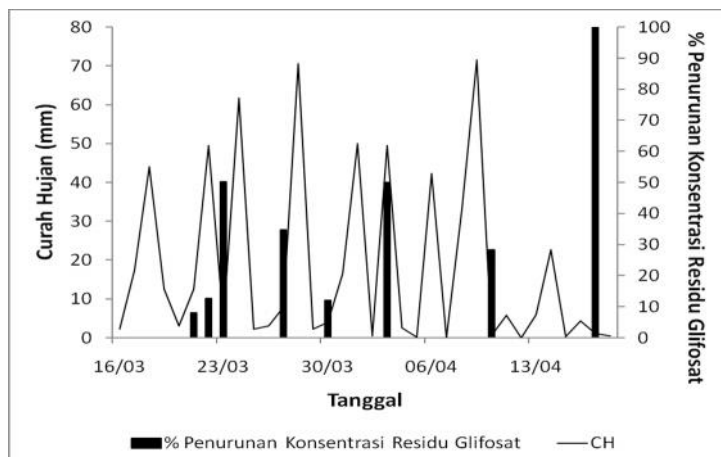
**Gambar 5a** dan **5b** menunjukkan bahwa pada hari pengamatan yang sama, konsentrasi residu glifosat pada lapisan bagian atas selalu lebih besar dibandingkan lapisan di bawahnya. Diduga, kadar liat berpengaruh terhadap besaran pergerakan glifosat pada tanah. Penelitian ini dilakukan pada Latosol yang mempunyai kadar liat yang tinggi (liat >80%). Dalam penelitian Wardoyo (2001), pergerakan glifosat di dalam tanah pada tanah yang mengandung kadar liat yang cukup besar akan cenderung menahan residu glifosat di lapisan atas karena dijerap kuat oleh mineral liat. Sebagai perbandingan, penelitian pada tanah Regosol dengan tekstur lebih berpasir (Wardoyo, 2001), konsentrasi glifosat pada lapisan 3 (20-35 cm) besarnya adalah 57% lebih tinggi dibanding lapisan atas (5-20 cm) dalam jangka waktu 21 hari.

Penurunan konsentrasi residu glifosat pada lapisan I (0-10 cm), II (10-20 cm), dan III (20-30 cm) mempunyai pola yang hampir sama. Ketiga lapisan tersebut mengalami penurunan konsentrasi yang relatif cepat pada 3 HSA, sedangkan pada 4 HSA hingga 21 HSA, penurunannya relatif lambat. Pada lapisan IV (40-50 cm) dan V (50-60 cm), pola penurunan konsentrasi residu glifosatnya hampir sama, yaitu penurunan yang relatif lambat.

Penurunan konsentrasi yang cepat pada 3 HSA dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu terbawa air infiltrasi ke lapisan tanah di bawahnya secara vertikal maupun terdispersi secara horisontal. Curah hujan yang terjadi pada hari sebelumnya cukup besar (49.5 mm), disamping terjadi hujan pada saat pengambilan contoh sebesar 4.5 mm. Penurunan juga terjadi karena degradasi bahan aktif oleh berbagai faktor. Secara biologis, degradasi dapat terjadi oleh mikroorganisme yang tahan terhadap glifosat, seperti *Agrobacterium radiobacter*, yang dapat mendegradasikan glifosat menjadi Sarcosine ( $\text{COOH-CH}_2\text{-NH-CH}_3$ ) dan membe-baskan  $\text{HPO}_3^-$  dalam larutan (Dick *et al.*, 2010).

Penurunan konsentrasi residu glifosat yang lambat kemungkinan berkaitan dengan *desorpsi* glifosat di dalam tanah, dalam kaitannya dengan waktu. Menurut Miles dan Moye (1988), dengan bertambahnya waktu, glifosat yang *desorpsi* semakin sedikit karena membentuk ikatan yang stabil dengan grup fosfonik dan terjerap kuat oleh mineral liat, sehingga glifosat menjadi sulit diekstrak. Disamping itu, menurut Hance (1976), penurunan konsentrasi ini juga berhubungan dengan kandungan besi yang tinggi dalam tanah pada petak percobaan yang merupakan tanah Latosol. Pada konsentrasi Fe dan Al yang tinggi, glifosat dapat diendapkan oleh Fe dan Al yang membentuk khelat glifosat sehingga glifosat menjadi tidak aktif lagi.

Hubungan antara penurunan konsentrasi glifosat dengan curah hujan dapat dilihat pada **Gambar 6** untuk lapisan I (0-10 cm) dosis 3.5 kg/ha. Pada 3 HSA, terjadi penurunan sebesar 50.25% terhadap hari pengamatan sebelumnya. Penurunan yang cukup besar ini terjadi akibat besarnya curah hujan yang terjadi pada waktu tersebut. Pada waktu pengamatan berikutnya, penurunan konsentrasi residu glifosat yang terjadi relatif sedikit. Hal ini disebabkan karena jumlah residu glifosat yang terdapat di dalam tanah relatif sedikit dan sudah terjerap kuat oleh liat. Pada 7 HSA, 10 HSA, 14 HSA, dan 21 HSA, persentase penurunan konsentrasi residu glifosat terhadap hari sebelumnya secara berturut-turut adalah sebesar 34.76%, 12.15%, 50.00%, dan 28.37%.



Gambar 6 Kurva perbandingan antara CH dan % penurunan konsentrasi glifosat terhadap konsentrasi pada hari sebelumnya pada lapisan I (0-10 cm), dosis 3.5 kg/ha

Pada 28 HSA, residu glifosat di dalam tanah sudah tidak terukur lagi. Pada konsentrasi tersebut, residu glifosat dapat mengalami beberapa kemungkinan: (i) terdegradasi oleh mikroorganisme, (ii) teradsorpsi kuat oleh kation  $Fe^{3+}$  dan  $Al^{3+}$ , dan (iii) tercuci secara vertikal maupun horisontal oleh air hujan (Bui dan Hershberger, 1999). Dalam hal ini, kemungkinan pertama dan kedua lebih mungkin terjadi, karena jika masih terjadi pencucian pada tahap ini, maka akan terjadi penimbunan di lapisan terakhir atau lapisan di bawahnya. Dalam penelitian ini, tidak dilakukan lagi pengukuran di lapisan di bawahnya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Tanah tempat percobaan dilakukan memiliki karakteristik utama kadar liat yang tinggi, terjadinya akumulasi liat pada kedalaman tertentu dan sifat fisik yang relatif baik. Tanah-tanah ini dalam term klasifikasi USDA (1998) tergolong dalam *Fluventik Dystrudepts, berliat diatas berlempung, campuran, isohipertermik*. Aplikasi glifosat pada tanah demikian menunjukkan bahwa konsentrasinya di dalam tanah menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah dan bertambahnya waktu pengamatan setelah aplikasi. Pola penurunan konsentrasi residu glifosat dalam tanah tersebut terjadi secara cepat pada tiga hari pertama setelah aplikasi, sedangkan dari 3 hari setelah aplikasi hingga 21 hari setelah aplikasi, pola penurunannya terjadi secara lebih lambat, sampai kemudian tidak terukur lagi pada 28 hari setelah aplikasi. Dinamika penurunan konsentrasi glifosat tersebut di dalam tanah dipengaruhi oleh curah hujan. Penurunan konsentrasi glifosat yang relatif besar terjadi setelah terjadinya curah hujan yang tinggi.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap pergerakan herbisida pada lereng yang lebih besar dengan memperhitungkan konsentrasi glifosat yang terdapat pada aliran permukaan atau tanah yang tererosi. Disamping itu, perlu dilakukan penelitian lebih detil mengenai pengaruh faktor-faktor tanah dalam pergerakan bahan aktif herbisida dalam tanah.

### DAFTAR PUSTAKA

- Albers C, Banta GT, Hansen PE, Jacobsen OS. 2009. The influence of organic matter on sorption and fate of glyphosate in soil - Comparing different soils and humic substances. *Environmental Pollution* 157 (10): 2865–70
- Botta F, G. Lavison, G. Couturier, F. Alliot, E. Moreau-Guigon, N. Fauchon, B. Guery, M. Chevreuil, 2009. Transfer of glyphosate and its degradate AMPA to surface waters through urban sewerage systems. *Chemosphere* 77 (1): 133–9.
- Hance RJ. 1976. Adsorption of glyphosate by soils. *Pestic. Sci.* (7): 363-366.
- Hardjowigeno S, Widiatmaka. 2007. *Evaluasi Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan*. Yogyakarta. Gadjahmada University Press.
- Komisi Pesticida. 2000. Pesticida untuk pertanian dan kehutanan.. Jakarta. Komisi Pesticida, Deptan.
- Miles CJ, Moye HA. 1988. Extraction of glyphosate herbicide from soil and clay minerals and determination of residues in soils. *J. Agric. Food Chem.* (36): 229-234.
- Wardoyo SS. 2001. Distribusi herbisida glifosat dan pengaruhnya terhadap sifat tanah serta pertumbuhan tanaman. [Disertasi].Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Dick R, Lorenz N, Wojno M, Lane M. 2010. Microbial dynamics in soils under long-term glyphosate tolerant cropping systems. *19th World Congress of Soil Science*. <http://www.iuss.org/19th%20WCSS/Symposium/pdf/1807.pdf>.