

Distribusi Vertikal Herbisida...

by Setyo Wardoyo

Submission date: 02-Nov-2018 09:37 AM (UTC+0700)

Submission ID: 1031383939

File name: Distribusi_Vertikal_Herbisida...rtf (245.14K)

Word count: 4221

Character count: 25147

DISTRIBUSI VERTIKAL HERBISIDA GLIFOSAT DAN PENGARUHNYA TERHADAP SIFAT TANAH

S. Setyo Wardoyo*)

*) Staf Pengajar Jurusan Ilmu Tanah UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. Lingkar Utara,
Condongcatur Yogyakarta 55283 Telp. 274-486737. Email: setvowdr@yahoo.co.id

ABSTRACT

The research on distribution of glyphosate herbicide in soil is important because it can contribute knowledge about the effects of herbicide in soil. The objectives of the research were: (i) to find out the distribution pattern of glyphosate herbicide which has been infiltrated in the soil, (ii) to find out the effects of the residues of glyphosate herbicide on soil properties and plant growth. In greenhouse experiment, three soil subgroups (Typic Udifluent, Andic Dystrudept and Typic Dystrudept) were prepared into soil columns identical 3,89 kg, 2,28 kg 2,17 kg respectively and were treated with 3 kg/ha glyphosate to each soil column. This experiment was continued with planting soybean and five dosages of glyphosate (0, 1, 2, 3, 4 kg/ha). This experiment used split-plot design with three replications. The results of this research showed that the distribution of glyphosate in soil is mostly influenced by soil texture, especially clay fraction. Soil with textural classes of sand, loam and clay at field capacity condition adsorbed glyphosate at 62%, 91% and 99%, respectively after the glyphosate application through soil surface. Water infiltration was equivalent to 2 x 125 mm rainfall. The concentration of the residue glyphosate on the lower layer increases on soil textural of sand and it decreases on soil textural of clay. In the meantime, soil textural loam has the characteristics between soil textural of sand and clay. The residues of glyphosate are able to change several properties of soil (chemical and biological properties). The effects of residual glyphosate increased the availability of P, and decreased the available Fe, total microorganism, Rhizobium bacteria and phosphor-solubilizing bacteria on three class textures for sand, loam and clay.

Keywords: glyphosate, soil properties, clay fraction

ABSTRAK

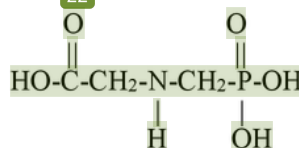
Herbisida glifosat di dalam tanah penting untuk diteliti keberadaannya, karena dapat memberikan kontribusi terhadap pengetahuan tentang nasib (fate) herbisida di dalam tanah. Tujuan penelitian ini ialah: (i) mengetahui pola sebaran herbisida glifosat yang terinfiltrasi ke dalam tanah; (ii) mengetahui pengaruh residu herbisida glifosat terhadap sifat tanah. Percobaan skala rumah kaca menggunakan kolom tanah berturut turut setara 3,89 kg, 2,28 kg 2,17 kg dari tiga subgrup tanah yaitu Typic Udifluent, Andic Dystrudept dan Typic Dystrudept. Dosis glifosat yang dicobakan 3 kg/ha bahan aktif glifosat murni (98 %). Kemudian percobaan dilanjutkan untuk mengkaji pengaruh residu glifosat terhadap sifat tanah yang ditanami kedelai. Dosis glifosat yang digunakan adalah 0, 1, 2, 3, 4 kg/ha.

Rancangan perlakuan yang digunakan adalah petak terbagi (*split-plot*), diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi glifosat di dalam kolom tanah sangat ditentukan oleh tekstur tanah, terutama kadar lempungnya. Tanah yang bertekstur pasir, geluh dan lempung, dalam kondisi kapasitas lapang mengadsorpsi glifosat berturut-turut sebesar 62 %, 91 % dan 99 % dari jumlah glifosat yang diaplikasikan lewat permukaan tanah pada kondisi air infiltrasi setara 2 x 125 mm curah hujan. Konsentrasi residu glifosat semakin ke bawah semakin meningkat pada tanah bertekstur pasir, dan semakin ke bawah semakin menurun pada tanah bertekstur lempung. Sementara itu, tanah bertekstur geluh memiliki karakter di antara tanah bertekstur pasir dan lempung. Residu glifosat dapat merubah beberapa sifat tanah (sifat kimia, biologi). Semakin tinggi peningkatan dosis glifosat, residu glifosat berpengaruh meningkatkan P tersedia, dan menurunkan Fe tersedia, total mikroorganisme, bakteri *Rhizobium* dan mikroorganisme pelarut P pada ketiga jenis tanah.

PENDAHULUAN

Rumus kimia glifosat adalah $C_3H_8NO_5P$ atau dapat ditulis sebagai bentuk ion $COOH-CH_2-NH_2^+-CH_2-HPO_3^-$ (Knuuttila dan Knuuttila, 1985) dan mempunyai struktur kimia seperti Gambar 1, serta mempunyai bobot molekul 169,07. Bentuk fisiknya berupa bubuk (*powder*), berwarna putih, mempunyai bobot jenis 0,5 g/cm³ dan kemampuan larut dalam air 1,2 % (Beste, 1983).

Glifosat merupakan herbisida *non-selektif* berspektrum luas yang dapat mengendalikan gulma semusim maupun tahunan di daerah tropika pada waktu pasca-tumbuh (*post-emergence*). Glifosat diserap oleh daun dan bagian-bagian tanaman lainnya, kemudian terangkut melalui floem. Cara kerja glifosat adalah menghambat kerja enzim *5-enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate sintase* (EPSPS) dalam pembentukan asam amino aromatik seperti *tryptofan*, *tyrosine* dan *fenil alanine* (Karyanto, 1996). Belakangan diketahui bahwa glifosat juga dapat membunuh mikroorganisme bakteri, karena sebagian besar dari bakteri mempunyai enzim EPSPS (Wiersema, Burns dan Hershberger, 1999).



Gambar 1. Struktur Kimia Glifosat (Beste, 1983).

Penggunaan herbisida glifosat terus meningkat sejak dikembangkannya program budidaya pertanian olah tanah konservasi (OTK) di lahan kering tahun 1987, sejalan dengan upaya peningkatan produksi pangan, serat dan bahan mentah hasil pertanian lainnya. Pelaksanaan program OTK di lahan kering selalu menggunakan herbisida untuk memberantas gulma, bahkan budidaya sistem OTK identik dengan budidaya pertanian menggunakan herbisida. Penggunaan herbisida dilakukan terus menerus dua kali setiap menjelang musim tanam. Pertama, herbisida pasca tumbuh untuk memberantas gulma melalui daun, dan kedua herbisida pra tumbuh untuk mematikan biji gulma yang sudah berkecambah di atas tanah.

Ditinjau dari segi penggunaannya yang intensif, dapat diduga bahwa di dalam tanah banyak residu herbisida yang tertinggal. Oleh karena itu keberadaan herbisida di dalam tanah, baik yang teradsorpsi oleh lempung atau bahan organik dan tercuci oleh air infiltrasi perlu diidentifikasi agar dapat direkapitulasi distribusi dari herbisida yang telah diaplikasikan.

Pada skala laboratorium, adsorpsi glifosat oleh tanah pernah diteliti oleh Hance (1976). Dalam penelitian tersebut jenis tanahnya tidak dilaporkan, tetapi tanahnya diidentifikasi sampai dengan tingkat Famili atau Seri. Pada penelitian tersebut tanah dicirikan dengan menggunakan kode disertai keterangan tentang beberapa sifat seperti distribusi ukuran zarah, pH dan bahan organik. Sprankle, Meggitt dan Penner (1975a, 1975b) juga telah meneliti glifosat dengan menitik beratkan pada adsorpsi, mobilisasi dan kecepatan inaktifasinya di dalam tanah. Informasi mengenai sifat tanahnya yang dilaporkan adalah tekstur tanah yaitu berturut-turut geluh berlempung, geluh berpasir, pasir kuarsa dan tanah organik (*muck soil*). Di Indonesia, penelitian glifosat dengan menggunakan tanah yang diidentifikasi sampai dengan Famili atau Seri, belum dilaporkan. Dengan demikian masih diperlukan penelitian lebih lanjut tentang perilaku glifosat pada jenis tanah tertentu dan pengaruhnya terhadap sifat tanah tersebut. Di Australia, pada tanah-tanah dengan pH 6,0 - 8,5; C-organik 1,2 - 2,3% dan kadar lempung 16 - 45%, waktu paruh (*half life*) dari glifosat yang diperoleh adalah sebesar 65 - 206 hari (Suwardji 2001).

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pola sebaran herbisida glifosat yang terinfiltrasi ke dalam tanah, dan (2) mengetahui pengaruh residu herbisida glifosat terhadap sifat tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB di Baranangsiang. Bahan percobaan yang digunakan adalah contoh tanah Typic Udifluent diambil dari lahan kering Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, IPB Darmaga. Contoh tanah Andic Dystrudept diambil dari Sukamantri, Ciomas, Bogor dan contoh tanah Typic

Dystrudept diambil dari Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, IPB Darmaga. Herbisida glifosat label standard ($C_3H_8NO_5P=169,07$; 98,0 %) diperoleh dari Laboratorium “Ecological Chemistry, Hokkaido University”. Tanaman yang digunakan sebagai indikator dalam percobaan ini adalah Kedelai varietas Orba.

Selain alat-alat yang dipergunakan di laboratorium dan di lapang, alat spesifik yang dipergunakan untuk analisis kadar glifosat di dalam tanah, air dan daun kedelai di laboratorium adalah seperangkat alat HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Spesifikasi alat ini disesuaikan untuk penetapan glifosat yaitu kolom penukar ion HITACHI GEL-3013 N (3,0x300mm), eluen (fase gerak) menggunakan H_3PO_4 0,08 M, laju aliran 0,5 ml/menit, detektor menggunakan sinar ultra violet (UV) atau VIS dengan panjang gelombang 340 nm. Metode ekstraksi tanah mengikuti metode Spann dan Hargreaves (1994), sedangkan sistem pendeteksian glifosat dengan metode tersebut yang dimodifikasi.

Percobaan menggunakan dosis bahan aktif glifosat 0, 1, 2, 3 dan 4 kg/ha pada tiga subgrup tanah yang masing-masing mempunyai tekstur pasir (Typic Udifluent), lempung (Andic Dystrudept) dan lempung (Typic Dystrudept). Khusus penetapan kadar glifosat tanah, air dan daun diambil dari satu set perlakuan yaitu dosis 3 kg/ha. Contoh tanah kering udara $\phi \leq 2$ mm dimasukkan ke dalam paralon (ϕ dalam 10 cm dan panjang 40 cm) sampai setinggi 38 cm, selanjutnya dimampatkan dengan Stamp volumeter. Pemampatan tanah dilakukan dengan tujuan agar bobot isi (BI) tanah di dalam kolom mendekati BI tanah di lapang. Berdasarkan BI masing-masing jenis tanah, berat tanah yang dimasukkan ke dalam paralon adalah 3,89 kg untuk tanah Typic Udifluent ($BI=1,85g/cm^3$), 2,28 kg untuk tanah Andic Dystrudept ($BI=0,99g/cm^3$) dan 2,17 kg untuk tanah Typic Dystrudept ($BI=1,03g/cm^3$). Dengan demikian dosis glifosat 3 kg/ha tersebut setelah dikonversikan dengan luas permukaan paralon dan berat masing-masing jenis tanah, adalah setara dengan 0,43 ppm untuk tanah Typic Udifluent, 0,79 ppm untuk tanah Andic Dystrudept dan 0,77 ppm untuk tanah Typic Dystrudept. Bagian atasnya diberi lapisan kain kasa (strimin) sebagai tanda titik nol dari herbisida glifosat sebelum terinfiltrasi. Sisa 2 cm teratas digunakan sebagai tempat pemberian air. Air diberikan setara curah hujan bulanan tertinggi di daerah asal tanah x 70 % (Dunne dan Leopold, 1978). Penambahan air dilakukan dua kali sehari sampai menghabiskan jumlah air yang ditentukan (setara dengan curah hujan = 2 x 125 mm). Setelah kadar air mendekati kapasitas lapang, yaitu 24 jam untuk tanah Typic Udifluent (tekstur pasir), 36 jam untuk tanah Andic Dystrudept (tekstur lempung) dan 48 jam untuk tanah Typic Dystrudept (tekstur lempung), pipa paralon bagian atas ditutup, kemudian pada paralon tersebut dibuat lubang selebar 3-4 cm memanjang sesuai dengan panjang paralon dengan gergaji listrik. Contoh tanah diambil setiap kedalaman 5 cm, 20 cm dan 35 cm dari permukaan atas untuk

ditetapkan kadar glifosatnya. Air yang tertampung dibawah kolom tanah juga ditetapkan kadar glifosatnya.

Pipa paralon disusun horisontal (agar dapat menampung banyak tanaman dan mempermudah pengambilan sampel tanah tiap kedalaman), kemudian ditanami kedelai. Kadar air dipertahankan pada keadaan kapasitas lapang, dikontrol dengan Tensiometer. Rancangan perlakuan yang digunakan adalah petak terbagi (*split-plot*) dengan rancangan lingkungan acak lengkap. Jenis tanah dianggap sebagai petak utama (T1 = Typic Udifluent, T2 = Andic Dystrudept, T3 = Typic Dystrudept), dan dosis glifosat dianggap sebagai anak petak (0, 1, 2, 3, dan 4 kg/ha) dan diulang tiga kali.

Pada minggu ke-6 contoh tanah diambil secara komposit dari pipa paralon setiap kedalaman 5, 20 dan 35 cm dari permukaan atas untuk ditetapkan sifat kimia dan sifat biologi tanahnya. Peubah yang diamati adalah P-total (ekstrak HCl 25 %), P-tersedia (Bray I), Fe-tersedia (DTPA), N-total, pH, jumlah seluruh mikroorganisme yang ada di dalam tanah (= total mikroorganisme, metode NA), bakteri *Rhizobium* (YEMA), mikroorganisme pelarut P (Pikovskaya).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Glifosat di Dalam Kolom Tanah. Glifosat yang diadsorpsi oleh tanah T3 (Typic Dystrudept Darmaga) secara total lebih tinggi dibandingkan tanah T2 (Andic Dystrudept Sukamantri) dan tanah T1 (Typic Udifluent Darmaga) pada kedalaman 5 cm, 20 cm dan 35 cm (Tabel 1). Sebagai informasi analisis pendahuluan, ketiga tanah tersebut mempunyai sifat yang hampir sama (bahan organik 2,02% untuk T1; 2,61% untuk T2; 2,50% untuk T3; dan pH netral yaitu masing-masing 6,90; 6,70; 6,80). Tipe lempung tanah T2 dan T3 juga sama, yaitu tipe 1:1 (haloisit untuk T1 dan kaolinit untuk T2). Perbedaan yang sangat mencolok dari sifat ke tiga tanah tersebut adalah tekstur tanah atau kadar lempung. Dengan demikian, tingginya glifosat pada tanah T3 diduga disebabkan karena kadar lempungnya yang lebih tinggi (60 %) dibandingkan tanah lainnya.

Ditinjau dari segi kemampuannya mengadsorpsi glifosat, mineral haloisit mempunyai kesamaan dengan mineral kaolinit, walaupun ada perbedaan di dalam struktur kristalnya. Baik mineral lempung haloisit (pada tanah T2) maupun mineral lempung kaolinit (pada tanah T3) tergolong dalam tipe lempung 1:1. Pada setiap unit kristal haloisit terdapat 4 molekul H₂O yang berada di antara lembar unit kristalnya, sehingga pembentukan ikatan hidrogen (HO-H) relatif lebih sulit dibandingkan kaolinit. Dalam hubungannya dengan adsorpsi glifosat, lebar antara unit kristal haloisit yang satu dengan kristal yang lain adalah sekitar 2,9 Å. Lebar antar

unit kristal kaolinit adalah 2,7 Å. Ukuran kristal glifosat adalah 8,4 Å pada sumbu vertikal dan 5,18 Å pada sumbu horisontal (Knuuttila dan Knuuttila, 1985). Dengan demikian glifosat tidak dapat masuk ke dalam ruang antar kisi/kristal haloisit dan kaolinit, sehingga haloisit mempunyai kesamaan dengan kaolinit dalam hal mengadsorpsi glifosat. Pada kedua mineral lempung tersebut, reaksi-reaksi hanya berlangsung di permukaan lempung, terutama pada ujung patahan mineral.

Tabel 1. Distribusi residu glifosat dalam kolom tanah, air dan tanaman.

Bagian yang di analisis	Typic Udifluent Darmaga (T1)	Andic Dystrudept Sukamantri (T2)	Typic Dystrudept Darmaga (T3)
	----- ppm -----		
Tanah bagian atas (5 cm)	0,07 (16,3 %)	0,21 (26,6 %)	0,43 (55,8 %)
Tanah bagian tengah (20 cm)	0,06 (13,9 %)	0,23 (29,1 %)	0,28 (36,4 %)
Tanah bagian bawah (35 cm)	0,14 (32,6 %)	0,28 (35,4 %)	0,05 (6,5 %)
Air tertampung	0,12 (27,9 %)	0,03 (3,8 %)	ttu
Daun kedelai *)	ttu	ttu	ttu
Total	0,39 (90,7 %)	0,75 (94,9 %)	0,76 (98,7 %)

Keterangan: ttu= tak terukur, ()= persen terhadap dosis glifosat yang diaplikasikan (tanah 1 = setara 0,43 ppm, tanah 2 = setara 0,79 ppm dan tanah 3 = setara 0,77 ppm); *) umur 3 minggu.

Kaolinit dan haloisit dapat berinteraksi dengan glifosat melalui beberapa cara: (1) ikatan hidrogen dari gugus reaktif OH pada oktahedral dengan gugus fosfonik atau gugus karboksil dari glifosat, (2) ikatan kovalen (*ion pairing*) antara gugus O yang terbuka pada tetrahedral dengan gugus amina dari glifosat dan (3) melalui ikatan jembatan kation polivalen (misalnya kation Al, Fe, Ca, Mg) yang menghubungkan gugus O pada tetrahedral lempung dengan gugus fosfonik atau gugus karboksil dari glifosat.

Glifosat yang diadsorpsi oleh tanah T1 adalah berturut-turut sebesar 16,3 % pada bagian atas, 13,9 % pada bagian tengah dan 32,6 % pada bagian bawah; sedangkan sebagian (27,9 %) glifosat diinfiltrasikan ke bawah bersama air. Hal ini berhubungan dengan sifat fisik tanah tersebut yang memiliki pori air tersedia hanya 6,74 % dan kadar lempung 5 %, pori air drainase cepat relatif tinggi, dengan kelas tekstur pasir, sehingga total muatan yang dapat

berikatan dengan glifosat di dalam kolom tanah relatif rendah. Dengan demikian jumlah glifosat yang diadsorpsi oleh tanah 1 lebih rendah dibandingkan tanah lainnya.

Pada tanah T2, glifosat lebih terdistribusi ke bawah dibandingkan tanah T3, walaupun kedua tanah memiliki tipe lempung yang sama yaitu 1:1. Glifosat yang teradsorpsi tanah pada bagian atas sebesar 26,6 %, pada bagian tengah 29,1 % dan pada bagian bawah 35,4 %; sedangkan glifosat yang terbawa oleh air infiltrasi sebesar 3,8 %. Tanah T2 mempunyai kelas tekstur lempung (kadar lempung 23 %), sehingga total muatan yang dapat berikatan dengan glifosat di dalam kolom tanah relatif tinggi. Sementara perbandingan pori air tersedia (26 %) dan pori air drainase (36 %) relatif seimbang. Dengan demikian glifosat yang teradsorpsi pada tanah T2 juga seimbang dari lapisan atas sampai bawah.

Tanah T3 mengadsorpsi glifosat masing-masing dari atas ke bawah sebesar 55,8 %, 36,4 % dan 6,5 %. Total glifosat yang diadsorpsi sebesar 98,7 % dari total glifosat yang diaplikasikan (0,77 ppm), sedangkan glifosat yang terinfiltrasi tidak ada. Ditinjau dari sifat fisiknya, tanah 3 didominasi oleh lempung (60 %), dengan kelas tekstur lempung, sehingga muatan di dalam satu kolom tanah T3 sangat tinggi. Sehubungan jumlah air yang ditambahkan sama dengan air yang ditambahkan pada tanah T1 dan T2, sementara muatan yang ada dalam kolom tanah jauh lebih tinggi, maka glifosat yang ditambahkan dengan segera diadsorpsi oleh lempung bagian atas. Akibatnya glifosat lebih banyak yang tertahan pada bagian atas.

Hasil percobaan kolom tanah ini menunjukkan bahwa total glifosat yang terukur dari tanah bagian atas, tengah dan bawah serta dari air yang tertampung pada kolom tanah T1, T2 dan T3 masing-masing adalah 90,7 %, 94,9 % dan 98,7 %. Dengan demikian dari masing-masing kolom terjadi kehilangan glifosat sebesar 9,3 %, 5,1 % dan 1,3 % dari total glifosat yang diaplikasikan. Kehilangan glifosat ini dapat disebabkan oleh dua kemungkinan. Kemungkinan pertama, glifosat yang bebas di dalam larutan tanah (tidak teradsorpsi lempung dan tidak membentuk kelat), dapat terdegradasi oleh mikroorganisme yang tahan terhadap perlakuan glifosat seperti halnya bakteri *Agrobacterium radiobacter* (Wiersema *et al.*, 1999) di dalam larutan tanah. Kemungkinan kedua, glifosat yang terbawa oleh air infiltrasi ke luar kolom tanah, akan langsung berhubungan dengan udara bebas dan sinar matahari. Dengan demikian kemungkinan glifosat dapat terdegradasi oleh mikroorganisme yang masuk lewat udara bebas atau mikroorganisme yang ikut terbawa di dalam air yang digunakan untuk penelitian.

Tingginya glifosat pada tanah T3 dan tanah T2 nampaknya ada kaitannya dengan P di dalam kompleks adsorpsi tanah. Menurut hasil penelitian Hance (1976), adsorpsi (penjerapan) glifosat di dalam tanah berkorelasi positif dengan kapasitas erapan fosfat yang tersisa (*unoccupied*) dengan nilai $r = 0,721^*$, bukan dengan P-total, Fe terlarut dan Al terlarut. Ini

berarti P-inorganik menghambat masuknya glifosat ke dalam kompleks erapan tanah. Dengan demikian semakin rendah P yang menduduki kompleks adsorpsi tanah, maka adsorpsi glifosat semakin tinggi.

Tabel 2. Sifat kimia tanah setelah perlakuan glifosat pada Minggu ke-6

Sifat tanah/Perlakuan Jenis Tanah	Dosis glifosat (kg/ha)				
	0	1	2	3	4
1. P total tanah (%)	26				
Tanah 1	17,7a	0,06a	0,06a	0,06a	0,06a
Tanah 2	0,08a	0,08a	0,08a	0,07a	0,08a
Tanah 3	0,04a	0,04a	0,04a	0,05a	0,05a
2. P tersedia (ppm)					
Tanah 1	106,60b	106,30b	106,40b	107,20ab	107,70a
Tanah 2	63,45d	63,00d	66,85c	69,40b	75,40a
Tanah 3	18,67c	18,96c	18,73c	20,00b	22,86a
3. Fe tersedia (%)					
Tanah 1	2,34a	2,14a	2,15a	1,72b	1,75b
Tanah 2	4,05a	4,04a	4,07a	3,95b	3,84b
Tanah 3	3,15a	3,15a	3,19a	2,74b	2,37b
4. N total (%)	16				
Tanah 1	0,05a	0,04a	0,04a	0,04a	0,04a
Tanah 2	25,0a	0,21a	0,21a	0,21a	0,21a
Tanah 3	0,20a	0,19a	0,19a	0,19a	0,19a
5. pH tanah	24				
Tanah 1	19,5a	6,8a	6,8a	6,8a	6,8a
Tanah 2	6,6a	6,6a	6,6a	6,6a	6,6a
Tanah 3	6,7a	6,7a	6,7a	6,7a	6,7a

Keterangan: huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada level 5 % uji DMRT.

P-total Tanah. Perlakuan dosis glifosat tidak berpengaruh nyata terhadap P total pada tanah T1, T2 dan T3 (Tabel 2). Tidak meningkatnya P total pada tanah T1, T2 dan T3 ini disebabkan karena tanah-tanah tersebut hanya mendapatkan sedikit tambahan P dari glifosat yang diaplikasikan (kadar P dalam senyawa glifosat hanya sebesar 18 %). P-glifosat tersebut ikut terekstrak pada waktu analisis di laboratorium, namun jumlahnya masih terlalu rendah. Dengan demikian kadar P total pada semua jenis tanah tidak meningkat.

P-tersedia. Penambahan dosis glifosat secara umum meningkatkan kadar P tersedia pada semua jenis tanah (Tabel 2). Hal ini disebabkan karena semakin tinggi dosis maka konsentrasi gugus fosfonik dan karboksil dari glifosat dalam kompleks adsorpsi tanah juga semakin meningkat. Jika secara kuantitatif anion dari glifosat lebih banyak dari anion fosfat dalam kompleks adsorpsi tanah, maka anion dari glifosat bisa mengganti anion fosfat sehingga

fosfat berpindah ke larutan tanah. Dengan demikian P tersedia di dalam larutan tanah juga meningkat.

Fe-tersedia. Perlakuan dosis glifosat berpengaruh nyata menurunkan Fe tersedia pada semua jenis tanah (Tabel 2). Dosis glifosat 0 - 2 kg/ha tidak berpengaruh nyata terhadap Fe tersedia pada semua jenis tanah. Setelah dosis dinaikkan menjadi 3 dan 4 kg/ha, pengaruh nyata dalam penurunan Fe tersedia baru terlihat. Penurunan Fe ini disebabkan karena Fe mempunyai fungsi ganda dalam proses fisiko-kimia. Pertama, Fe berperan sebagai jembatan kation antara glifosat dengan lempung dalam proses teradsorpsinya glifosat oleh lempung. Kedua, ketika kapasitas erapan dari lempung sudah mencapai maksimum maka kelebihan glifosat juga masih bisa membentuk kelat bersama Fe dan selanjutnya diendapkan (Sprankle *et al.*, 1975b; Moshier dan Penner, 1978). Akibatnya konsentrasi Fe dalam larutan tanah menurun, sehingga Fe tersedia juga menurun.

N-total Tanah. Penambahan dosis glifosat tidak berpengaruh nyata terhadap N total. Ini berarti bahwa penambahan dosis glifosat tidak mampu menyumbangkan N total ke dalam tanah secara nyata, meskipun glifosat sendiri mengandung gugus NH_2^+ . Hal ini disebabkan karena bakteri *Rhizobium* yang berada di dalam tanah sudah dihambat oleh enzim EPSPS terlebih dahulu, sehingga bakteri *Rhizobium* tidak mampu menggunakan N-glifosat maupun menambat N dari udara di dalam bintil akar. Kadar N total sebesar 0,2 – 0,5 % tersebut (Tabel 2) termasuk dalam kriteria sedang menurut Pusat Penelitian Tanah.

pH Tanah. Penambahan glifosat tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah (Tabel 2). Hal tersebut disebabkan karena ion H^+ hasil disosiasi dari gugus fosfonik dan karboksil yang ada pada glifosat belum mampu menurunkan pH secara nyata, pada dosis 0 kg/ha sampai dengan 4 kg/ha. Tanah T1 mempunyai pH tertinggi, kemudian diikuti oleh tanah T3 dan T2.

Total Mikroorganisme. Penambahan dosis glifosat berpengaruh nyata menurunkan jumlah total koloni mikroorganisme pada semua jenis tanah (Tabel 3). Semakin meningkatnya dosis glifosat menyebabkan total mikroorganisme dalam tanah semakin menurun. Kenyataan ini dapat mengindikasikan bahwa glifosat dapat menurunkan populasi total mikroorganisme dalam tanah. Menurut Wiersema *et al.* (1999), sebagian besar mikroorganisme mempunyai enzim EPSPS untuk memproduksi asam amino aromatik di dalam tubuhnya. Sementara itu glifosat berfungsi menghambat kerja enzim EPSPS tersebut di dalam jaringan tanaman. Dengan demikian glifosat juga membunuh sebagian besar mikroorganisme tanah yang mempunyai enzim EPSPS. Meskipun demikian perlu diingat bahwa ada beberapa mikroorganisme di dalam tanah yang tahan terhadap perlakuan glifosat, misalnya *Agrobacterium radiobacter*, *Enterobacter aerogenes* dan *Escherichia coli*; bahkan dengan perkembangan teknologi akhir-akhir ini, gen dari bakteri-bakteri tersebut dapat ditransfer ke

tanaman untuk mendapatkan tanaman budidaya yang tahan terhadap glifosat. Total mikroorganisme dalam tanah pada penelitian ini diduga didominasi oleh mikroorganise yang mempunyai enzim EPSPS tetapi tidak tahan terhadap glifosat.

Tabel 3. Sifat biologi tanah setelah perlakuan glifosat pada Minggu ke-6

Sifat tanah/Perlakuan Jenis Tanah	Dosis glifosat (kg/ha)				
	0	1	2	3	4
1. Total mikroorganisme (x 10⁵ spk/g)					
Tanah 1	1412,53a	1390,11b	1164,90c	740,19d	684,69e
Tanah 2	861,35a	667,54b	602,98c	488,81d	255,94e
Tanah 3	516,20a	425,50b	401,84c	50,96d	24,50e
2. Bakteri <i>Rhizobium</i> (x10³ spk/g)					
Tanah 1	49,34a	27,47b	23,74c	21,99d	16,43e
Tanah 2	838,81a	537,78b	335,48c	288,05d	177,75e
Tanah 3	275,75a	266,87b	246,57c	223,78d	184,87e
3. Mikroorganisme Pelarut P (x 10³ spk/g)					
Tanah 1	0	0	0	0	0
Tanah 2	90,67a	65,87b	19,73c	19,69c	19,64c
Tanah 3	28,88a	28,83a	20,05b	19,85b	19,84b

Keterangan: huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada level 5 % uji DMRT;

spk = satuan pembentuk koloni.

Bakteri *Rhizobium*. Penambahan dosis glifosat yang semakin tinggi juga menurunkan populasi bakteri *Rhizobium* pada semua jenis tanah (Tabel 3). Pola penurunan *Rhizobium* ini sama dengan pola penurunan total mikroorganisme. Menurut Cole (1985), *Rhizobium* yang umumnya ditemukan pada kedelai adalah *Rhizobium japonicum*. Bakteri tersebut juga mempunyai enzim EPSPS seperti bakteri lainnya, yang bisa terbunuh lewat penghambatan enzim tersebut. Dengan demikian dosis glifosat juga dapat menurunkan populasi bakteri *Rhizobium* dalam tanah.

Mikroorganisme Pelarut P. Penambahan dosis glifosat yang semakin tinggi juga menurunkan populasi mikroorganisme pelarut P pada tanah T2 dan T3 (Tabel 3). Pola ini sejalan dengan hasil total mikroorganisme dan bakteri *Rhizobium*. Umumnya mikroorganisme pelarut P pada tanah mineral di daerah tropika didominasi oleh bakteri *Pseudomonas sp.* Bakteri tersebut juga mempunyai enzim EPSPS seperti *Rhizobium*, yang bisa terbunuh oleh glifosat lewat penghambatan enzim EPSPS; akibatnya populasi mikroorganisme pelarut P menurun.

Di tinjau dari indikator kualitas tanah sifat kimia, glifosat murni dapat memperbaiki sifat kimia (kadar P tersedia meningkat dan Fe tersedia turun), tetapi dari sifat biologinya

dapat menurunkan kualitas (biodeversitas tanah menurun). Sedangkan sifat fisik tanah tidak terpengaruh, karena penelitian dilakukan di rumah kaca. Dengan demikian, kualitas tanah yang dipengaruhi oleh perlakuan glifosat pada masa waktu paruh (*half life*) masih aktif (6 minggu) tersebut akan menurunkan produktivitas lahan.

KESIMPULAN

1. Distribusi glifosat di dalam tanah sangat ditentukan oleh kadar lempung, yang mempunyai kemampuan berinteraksi dengan glifosat, maupun dalam pengaruhnya terhadap daya menahan dan menginfiltrasikan air hujan.
 - a. Tanah-tanah dengan kelas tekstur yang semakin halus, kemampuan mengadsorpsi glifosat semakin tinggi. Tanah yang bertekstur pasir, geluh dan lempung, dalam kondisi kapasitas lapang mengadsorpsi glifosat berturut-turut sebesar 62 %, 91 % dan 99 % dari jumlah glifosat yang diaplikasikan lewat permukaan tanah pada kondisi air infiltrasi setara 2 x 125 mm curah hujan.
 - b. Ditinjau dari distribusi vertikalnya, tanah bertekstur pasir mempunyai kemampuan yang tinggi untuk meloloskan glifosat ke bawah dibandingkan lempung, sementara tanah bertekstur lempung cenderung menahan glifosat di bagian atas. Konsentrasi residu glifosat semakin ke bawah semakin meningkat pada tanah bertekstur pasir, dan semakin ke bawah semakin menurun pada tanah bertekstur lempung. Sementara itu, tanah bertekstur geluh memiliki karakter di antara tanah bertekstur pasir dan lempung.
2. Perlakuan glifosat mampu memperbaiki beberapa sifat tanah. Penambahan dosis glifosat pada ketiga jenis tanah dengan tekstur berbeda menyebabkan peningkatan P tersedia dan menurunkan Fe tersedia, sebaliknya perlakuan glifosat juga menyebabkan penurunan jumlah koloni total mikroorganisme, bakteri *Rhizobium* dan mikroorganisme pelarut P.
3. Dari segi kimia tanah, glifosat murni dapat memperbaiki sifat tanah, tetapi dari segi biologi tanah dapat menurunkan kualitas tanah.

DAFTAR PUSTAKA

15 Beste, C. E. 1983. Herbicide handbook of the Weed Science Society of America. WSSA. Illinois.

7 Cole, D. J. 1985. Mode of action of glyphosate – a literature analysis. pp. 48-74. In. E. Grossbard and D. Atkinson. The Herbicide Glyphosate. Butterworths Co. London.

Dunne, T. dan L. B. Leopold. 1978. Water in Environmental Planning. W. H. Freeman Co. San Fransisco.

Hance, R. J. 1976. Adsorption of Glyphosate by Soils. Pestic. Sci. 7: 363-366.

Karyanto, A. 1996. Rekayasa tanaman resisten terhadap herbisida: konsep, masalah dan prospek. Prosiding Konferensi XIII dan Seminar Ilmiah HIGI: 531-539. Bandar Lampung, 5-7 Nov. 1996.

Knuutila, P. and H. Knuutila. 1985. Molecular and crystalline structure glyphosate. pp. 18-22. In. E. Grossbard and D. Atkinson. The Herbicide Glyphosate. Butterworths Co. London.

Moshier, L. J. and D. Penner. 1978. Factors influencing microbial degradation of ¹⁴C-Glyphosate to ¹⁴CO₂ in soil. Weed Sci. 26: 686-691

Spann, K. P. and P. A. Hargreaves. 1994. The determination of glyphosate in soils with moderate to high clay content. 1994. Pestic. Sci. (40): 41-48.

Sprankle, P., W. F. Meggitt and D. Penner. 1975a. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. Weed Sci. 23: 224-228

Sprankle, P., W. F. Meggitt and D. Penner. 1975b. Adsorptions, mobility, and microbial degradation of glyphosate in the soil. Weed Sci. 23: 229-234

Suwardji. 2001. Penerapan Olah Tanah Konservasi dalam Mendukung Agribisnis. Makalah Seminar Nasional Sehari OTK. Faperta UPN "Veteran" Yogyakarta. 3 Juli 2001.

Wiersema, R., M. Burns and D. Hershberger. 1999. Glyphosate pathway map. Univ. of Minnesota. [serial online] http://www.labmed.umn.edu/umbbd/gly/gly_map.html [29 Okt 1999].

Distribusi Vertikal Herbisida...

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	e-journal.ub.ac.id Internet Source	5%
2	puslit2.petra.ac.id Internet Source	2%
3	repository.usu.ac.id Internet Source	2%
4	scholars.unh.edu Internet Source	1%
5	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%
6	pt.scribd.com Internet Source	1%
7	Submitted to Queen Mary and Westfield College Student Paper	1%
8	Submitted to St. Petersburg College Student Paper	<1%
9	Dill, Gerald M., R. Douglas Sammons, Paul C.	

C. Feng, Frank Kohn, Keith Kretzmer, Akbar Mehrsheikh, Marion Bleeke, Joy L. Honegger, and Donna Farmer. "Glyphosate: Discovery, Development, Applications, and Properties", Glyphosate Resistance in Crops and Weeds History Development and Management, 2010.

Publication

<1%

10

etds.lib.nchu.edu.tw

Internet Source

<1%

11

es.slideshare.net

Internet Source

<1%

12

media.neliti.com

Internet Source

<1%

13

hortikultura.litbang.pertanian.go.id

Internet Source

<1%

14

www.ccme.ca

Internet Source

<1%

15

jeq.scijournals.org

Internet Source

<1%

16

Submitted to Universität Hohenheim

Student Paper

<1%

17

repositorio.utfpr.edu.br

Internet Source

<1%

18

www.ilmutanah.info

Internet Source

<1%

19	www.eswe-verkehr.de Internet Source	<1%
20	emergingissues.interfacesouth.org Internet Source	<1%
21	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper	<1%
22	www.environmentalstudies.au.dk Internet Source	<1%
23	uy.indymedia.org Internet Source	<1%
24	83.18.229.190 Internet Source	<1%
25	geopower.jws.com Internet Source	<1%
26	Modarres, R.. "Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran", Journal of Arid Environments, 200707 Publication	<1%
27	jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	<1%
28	mat.um.ac.id Internet Source	<1%
29	chana2307.blogspot.com Internet Source	<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 5 words

Exclude bibliography On

Distribusi Vertikal Herbisida...

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

RUBRIC: REVIEW PAPER

0 / 6

PENDAHULUAN (15%)

0 / 6

SANGAT BAGUS (6) Merujuk pada penelitian sebelumnya

BAGUS (4) Tidak ada rujukan tapi esuatu yang baru

KURANG (1) Pengulangan dari penelitian yang pernah ada

PEMBAHASAN (50%)

0 / 6

SANGAT BAGUS (6)

BAGUS (4)

KURANG (1)

KESIMPULAN (20%)

0 / 6

SANGAT BAGUS (6)

BAGUS (4)

KURANG (1)

SARAN (15%)

0 / 6

SANGAT BAGUS (6)

BAGUS (4)

KURANG (1)