

Adsorpsi Paraquat dan Sifat Tanah pada Tiga Subgrup Tanah Akibat Pemberian Amelioran

Rija Sudirja, Mahfud Arifin, dan Benny Joy
Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan
Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
E-mail: rijasu@unpad.ac.id

ABSTRACT

Paraquat adsorption and Soil Properties on Three Soil Subgroups Due to Ameliorant Application

Paraquat (Bipyridylium biclorida) is known as a highly toxic herbicide and quite widely used by the farmers. The material can be adsorbed by soil colloids and can contaminate soil and water. The study aimed to determine the ability of three of soil subgroups of different orders (Typic Hapludult, Typic Hapludand, and Chromic Endoaquert) to adsorb paraquat, finding the best kind of ameliorant in reducing residues, and studying its effect on corn crops. The study was conducted in two stages, namely (1) to test the maximum adsorption capacity of paraquat on the three of soil subgroups based on the Langmuir equation, and (ii) to study the influence of the type and ameliorant dose on three soil subgroups saturated with paraquat. Methods used were completely randomized design experiment nested models. The results of laboratory experiments showed that the topsoil layer of Typic Hapludands was dominated by halloysite and little amorphous clay minerals. While predominantly Typic Hapludult was dominated by kaolinite and little smectite. Chromic Endoaquert contained little kaolinite and was dominated by smectite. Saturation points in all three soil subgroups were 1.883 cmol kg⁻¹, 20.833 cmol kg⁻¹, and 9.346 cmol kg⁻¹ paraquat, respectively. The type and dose of each ameliorant significantly affected paraquat adsorption capacity, soil pH and electrical conductivity in all three soil subgroups, except for paraquat adsorption capacity and pH which were not affected in Typic Hapludults. The highest dose of activated charcoal adsorbed paraquat markedly higher compared with other treatments on Typic Hapludands, whereas Chromic Endoaquerts activated charcoal had the same effect with the zeolite, but higher than straw and control. Furthermore, on Typic Hapludults ameliorant did not significantly affect the adsorption capacity of paraquat, except when compared with controls.

Keywords: Paraquat, soil subgroups, adsorption, ameliorant.

ABSTRAK

Paraquat (Bipyridylium biclorida) dikenal sebagai herbisida yang sangat toksik dan penggunaannya cukup luas di kalangan petani. Bahan ini dapat diadsorpsi oleh koloid tanah dan dapat mencemari tanah dan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tiga subgrup tanah berlainan ordo (Hapludult Tipik, Hapludand Tipik, dan Endoaquert Kromik) mengadsorpsi paraquat, menemukan jenis amelioran yang paling baik dalam menekan residu paraquat, serta mempelajari pengaruhnya terhadap hasil tanaman jagung. Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu (1) Uji kapasitas adsorpsi maksimum paraquat pada tiga subgrup tanah berdasarkan persamaan Langmuir, dan (2) pengaruh jenis dan dosis amelioran pada tiga subgrup tanah terhadap paraquat terhadap adsorpsi, pH, dan daya hantar listrik. Metode yang digunakan Rancangan Acak Lengkap model percobaan Tersarang. Hasil percobaan di laboratorium menunjukkan titik jenuh paraquat pada ketiga subgrup tanah tersebut masing-masing sebesar 1,883 cmol kg⁻¹, 20,833 cmol kg⁻¹, dan 9,346 cmol kg⁻¹. Jenis dan dosis amelioran masing-masing berpengaruh nyata terhadap kapasitas adsorpsi paraquat, pH tanah dan daya hantar listrik pada ketiga subgrup tanah, kecuali kapasitas adsorpsi paraquat dan pH tidak dipengaruhi pada Hapludult Tipik. Arang aktif dosis 20% media tanah mampu mengadsorpsi paraquat nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada Hapludand Tipik, sedangkan pada Endoaquert Kromik, arang aktif memiliki pengaruh yang sama dengan zeolit, tetapi lebih tinggi dari jerami dan kontrol.

Selanjutnya, pada Hapludult Tipik, perlakuan bahan amelioran tidak berpengaruh nyata terhadap kapasitas adsorpsi paraquat, kecuali jika dibandingkan dengan kontrol.

Kata Kunci: Paraquat, subgrup tanah, adsorpsi, amelioran.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang pertanian telah membuka peluang yang sangat luas bagi penggunaan pestisida. Kondisi alam menjadi terancam oleh penggunaan pestisida yang mengandung bahan aktif tertentu, seperti paraquat yang secara terus menerus diberikan dan tidak memperhatikan petunjuk serta saran penggunaannya. Keberadaan residu paraquat yang tertinggal di dalam tanah atau air dapat menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Hal ini disebabkan karena *paraquat* merupakan senyawa yang sangat beracun dan berbahaya apabila terhirup, tertelan atau terserap melalui kulit karena bersifat karsinogenik dan termasuk senyawa *non biodegradable* (tidak dapat terurai melalui proses mikrobiologi).

Paraquat sebagai salah satu jenis bahan aktif herbisida banyak digunakan kalangan petani untuk mengendalikan gulma seperti enceng gondok di danau & di pantai, rumput teki di sawah dan gulma lainnya di perkebunan sawit, kopi, lada, tebu, dan lain-lain. Perkembangan teknologi pertanian yang melibatkan penggunaan senyawa *paraquat* akan menyebabkan semakin banyaknya residu dari golongan senyawa ini terakumulasi di alam.

Di alam, sifat dan karakter mineralogi tanah memiliki peranan penting dalam mempengaruhi mobilitas paraquat. Setiap jenis atau subgrup tanah memiliki kapasitas mengadsorpsi paraquat yang berbeda-beda. Hal ini bergantung pada tipe koloid dan besarnya kandungan bahan organik, serta prosesnya dipengaruhi antara lain oleh kemasaman tanah, kapasitas tukar kation dan daya hantar listrik di dalam tanah. Apabila suatu tanah sudah melebihi ambang batas kemampuan mengadsorpsi paraquat, dipastikan akan menimbulkan dampak buruk bagi kualitas lahan dan produksi pertanian, pencemaran perairan pantai, danau dan badan-badan air (sungai) yang berada di sekitar daerah pertanian, sehingga dapat membahayakan kelangsungan makhluk hidup. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha yang tepat, mudah dan efektif dalam menangani permasalahan herbisida paraquat ini jika terakumulasi di alam. Arang aktif, zeolit dan bokasi jerami merupakan bahan

amelioran yang dilihat dari aspek fisiko-kimianya akan sanggup memberikan alternatif menekan keberadaan residu paraquat di dalam tanah.

Penelitian adsorpsi dan residu paraquat, sifat tanah dan hasil jagung pada tiga subgrup tanah akibat pemberian amelioran sangat penting untuk dilakukan, mengingat semakin tingginya penggunaan herbisida tersebut dalam budidaya pertanian akhir-akhir ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tiga subgrup tanah berlainan ordo mengadsorpsi herbisida paraquat, menemukan jenis amelioran yang paling baik dalam menekan residu herbisida paraquat di dalam tanah, serta mempelajari pengaruhnya terhadap beberapa sifat tanah dan bobot kering tanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dibagi tiga tahap percobaan, yaitu (1) survai lapangan di tiga lokasi, yaitu Lembang Bandung, Kentrong Banten, dan Cihea Cianjur; (2) Percobaan laboratorium bertempat di Jurusan Ilmu Tanah UNPAD Jatinangor, dan (3) Percobaan rumah kaca di Jatinangor. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Februari 2010 sampai dengan Maret 2011.

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan antara lain bahan tanah Typic Hapludand, Typic Hapludult, dan Chromic Endoaquert, herbisida beracun aktif paraquat, benih jagung, jerami padi, arang aktif, zeolit, dan bahan kimia lain untuk keperluan analisis di laboratorium.

Peralatan yang digunakan antara lain: alat-alat untuk pengambilan contoh tanah, yaitu seperangkat alat untuk membuat dan mendeskripsi profil tanah, antara lain klinometer, munsell soil color charts, pH meter, lakmus, buku kunci taksonomi tanah (Soil Survey Staff, 2010), bor tanah, dan alat-alat tulis. Alat-alat yang dipergunakan untuk analisis di laboratorium, yaitu seperangkat alat detektor jenis UV/VIS dengan panjang gelombang (λ) 259,5 nm; sentrifuge, Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), X-Ray Diffraction, spektrofotometer, oven, timbangan analitis, timbangan mekanik, eksikator, satu set ayakan kering, dan alat-alat gelas.

Penelitian di laboratorium, pada tiga tipe perwakilan subgrup tanah berlainan ordo. Percobaan pertama menentukan titik jenuh paraquat pada masing-masing subgrup tanah Typic Hapludand, Typic Hapludult, dan Chromic Endoaquert. Percobaan ini dilakukan dengan pendekatan model Langmuir dan metode ekstraksi menggunakan prosedur Fox dan Kamprath (1970). Adsorpsi paraquat dihitung dengan model Langmuir sebagai berikut :

$$X = \frac{k X_m C}{1 + k C}$$

Keterangan:

- X = herbisida yang diserap tanah (faktor kuantitas);
- X_m = kapasitas adsorpsi maksimum;
- C = kepekatan zat kimia pada kesetimbangan (kontaminan terlarut);
- k = daya jerap / konstanta energi ikatan (mL g⁻¹); dan
- kX_m = daya sangga (mL g⁻¹).

Hasil grafik diperoleh persamaan garis lurus dengan slope 1/X_m dan intersep 1/kX_m (pengeplotan antara C/X dengan C akan menghasilkan garis lurus dengan persamaan regresi Y = m + nX.). Selanjutnya nilai X_m dapat dihitung dan konstanta k dapat diperoleh dari intersep. Berdasarkan persamaan Langmuir tersebut akan diketahui kapasitas adsorpsi maksimum setiap masing-masing subgrup tanah terhadap herbisida paraquat.

Percobaan kedua untuk mengetahui pengaruh bahan amelioran pada tiga Subgrup Tanah.

Percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap model percobaan Tersarang (*Nested Designs*) menggunakan cemaran dosis sesuai titik jenuh jerapan herbisida paraquat pada masing-masing perlakuan tanah tersebut, sebagai berikut: Faktor pertama, Subgrup Tanah (T) terjenuhi paraquat sebagai petak utama (main plot), terdiri dari; Hapludand Tipik pada titik jenuh paraquat, Hapludult Tipik, dan Endoaquert Kromik. Faktor kedua adalah Jenis Amelioran (A) sebagai anak petak (sub plot), terdiri dari zeolit, arang aktif, dan bokasi jerami dengan perlakuan 5 (lima) taraf dosis yang sama, yaitu: 0 % kali berat media tanah; 5 % kali berat media tanah; 10 % kali berat media tanah; 15 % kali berat media tanah; 20 % kali berat media

tanah. Berdasarkan perlakuan di atas, setiap perlakuan diulang 3 kali, sehingga pada satu unit percobaan masing-masing terdapat 45 (empat puluh lima) perlakuan percobaan.

Model matematik yang digunakan untuk masing-masing subgroup tanah pada percobaan ini adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_{j(i)} + \xi_{ijk}$$

Keterangan:

- I = 1, 2, 3, ... a (jumlah taraf T = t)
- J = 1, 2, 3, ... b (jumlah taraf A = a)
- K = 1, 2, 3, ...n (jumlah ulangan = k)
- Y_{ijk} = variabel respon/hasil pengamatan karena pengaruh bersama faktor T taraf ke-i, faktor A taraf ke-j dan ulangan ke-k.
- μ = pengaruh rata-rata sebenarnya/rata-rata umum
- T_i = pengaruh dari faktor T taraf ke-i
- A_{j(i)} = pengaruh dari faktor A taraf ke-j pada perlakuan T taraf ke-i
- ξ_{ijk} = pengaruh galat/error dari faktor T taraf ke-i, faktor A taraf ke-j dan ulangan ke-k

Data hasil pengamatan dianalisis dengan *analysis of variance* (anova) pada taraf α_{0.05} untuk mengetahui apakah perlakuan memberikan efek bermakna terhadap setiap variabel respons yang diamati. Efek perlakuan yang bermakna diuji lanjut dengan uji Scott-Knot (Steel dan Torrie, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

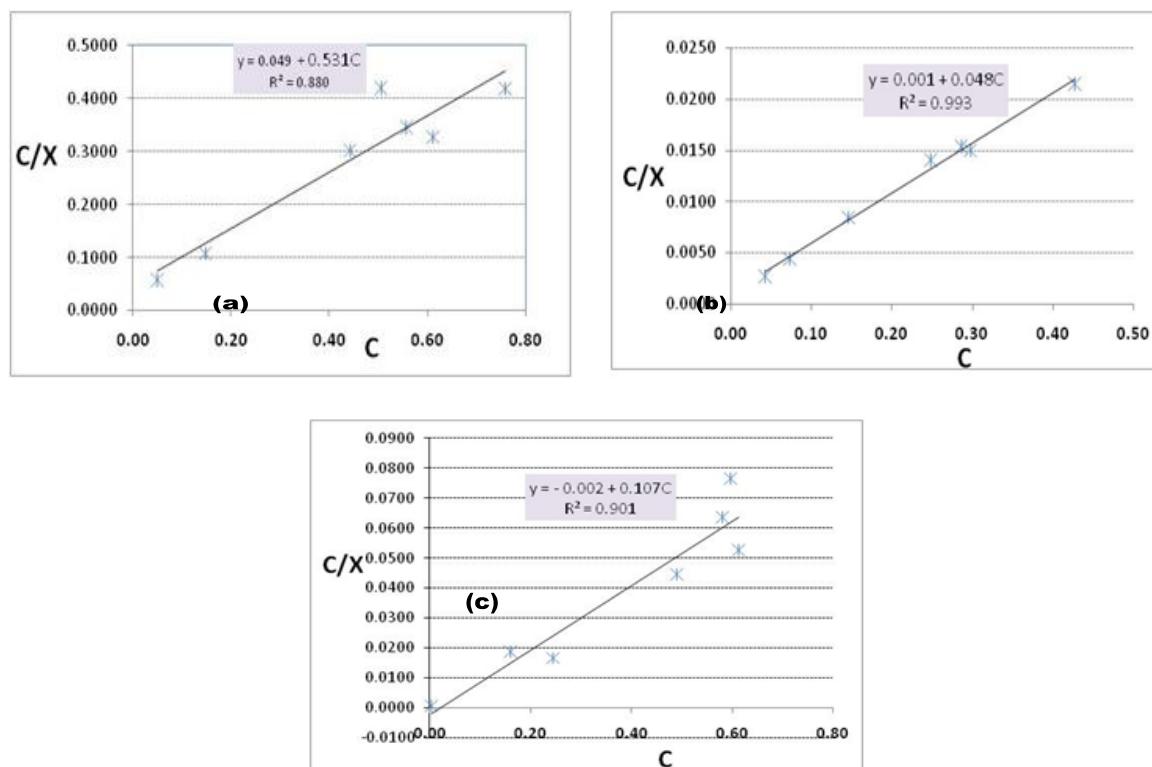
Percobaan Adsorpsi Isoterm (Titik Jenuh)

Hasil percobaan laboratorium menunjukkan bahwa residu paraquat yang diadsorpsi oleh subgroup Typic Hapludult asal Kentrong Banten secara total lebih tinggi dibandingkan dengan kedua subgroup Typic Hapludand Lembang dan Chromic Endoaquert Cihea pada lapisan olah (0 – 20 cm). Sedangkan Chromic Endoaquert lebih tinggi dibandingkan dengan Typic Hapludand (Ultisol >> Vertisol >> Andisol). Hasil analisis kesuburan tanah awal, menunjukkan perbedaan menonjol pada sifat fisik, mineralogi dan kimia ketiga tanah tersebut adalah tekstur tanah atau kadar liat, KTK, pH, tipe liat dan bahan organik.

Penyerapan ion paraquat oleh ketiga ordo tanah cenderung mengikuti pola isoterm Langmuir. Berdasarkan kurva linearitas Langmuir didapatkan persamaan y = 0.049 + 0.531C dengan

$R^2 = 0.880$ (Typic Hapludand), $y = 0.001 + 0.048C$ dengan $R^2 = 0.993$ (Typic Hapludult), dan $y = -0.002 + 0.107C$ dengan $R^2 = 0.901$ (Chromic Endoaquert). Kapasitas adsorpsi maksimum pada adsorpsi ion paraquat oleh Typic Hapludult lebih

besar dari Chromic Endoaquert lebih besar dari Typic Hapludand yaitu berturut-turut sebesar 20,833 cmol kg^{-1} , 9,346 cmol kg^{-1} , dan 1,883 cmol kg^{-1} (Gambar 1).



Gambar 1. Isoterm Adsorpsi Langmuir Paraquat oleh Typic Hapludand (a); Typi Hapludult (b), dan Chromic Endoaquert (c)

Adsorpsi herbisida paraquat sangat nyata dipengaruhi oleh luas permukaan adsorben. Semakin luas permukaan adsorben, semakin tinggi terjadinya adsorpsi karena semakin banyak rongga (*site*) yang tersedia untuk permukaan adsorpsi.

Mekanisme reaksi adsorpsi herbisida pada tanah sangat ditentukan oleh gugus-gugus aktif, baik pada mineral tanah maupun pada komponen organik tanah. Gugus-gugus aktif tanah yang berperan aktif pada adsorpsi herbisida antara lain gugus silanol (Si-OH), siloksan (Si-O-Si), alumina silikat (Si-O-Al) dan gugus karboksilat (-COOH).

Percobaan Adsorpsi dengan Variasi Subgrup Tanah dan Dosis Paraquat

(1) Subgrup Typic Hapludand

Hasil percobaan perlakuan bahan amelioran pada tanah Andisol tercemar paraquat

sebagaimana disajikan pada Tabel 1 menunjukkan peningkatan dosis bahan amelioran akan diikuti dengan peningkatan jumlah paraquat teradsorpsi, pH suspensi, dan DHL suspensi baik sebelum maupun setelah ekuilibrisasi.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada Typic Hapludand yang dicemari herbisida paraquat sebesar titik jenuh, pemberian dosis amelioran nyata meningkatkan adsorpsi paraquat dan peningkatan pH tanah. Meskipun pada pemberian zeolit 5% dan 10%, serta jerami 5% tidak menunjukkan beda nyata dengan kontrol, akan tetapi setiap peningkatan dosis akan diikuti dengan peningkatan adsorpsi paraquat dan pH tanah. Kondisi daya hantar listrik yang nyata mempengaruhi hanya terlihat pada pemberian jerami pada dosis 20%.

Tabel 1. Pengaruh Dosis Berbagai Bahan Amelioran terhadap Adsorpsi Paraquat, pH, dan Daya Hantar Listrik pada Typic Hapludand

Perlakuan	Adsorpsi Paraquat (cmol kg ⁻¹)		pH		DHL (μS ⁻¹)	
Zeolit 0%	1.3312	a	5.52	a	2620.00	a
Zeolit 5%	1.3322	a	5.30	a	2620.00	a
Zeolit 10%	1.3322	a	5.16	a	2633.33	a
Zeolit 15%	1.3327	c	5.41	a	2633.33	a
Zeolit 20%	1.3331	e	5.52	a	2666.67	a
Jerami 0%	1.3312	a	5.52	a	2620.00	a
Jerami 5%	1.3322	a	5.63	a	2743.33	a
Jerami 10%	1.3325	b	5.70	b	2793.33	a
Jerami 15%	1.3325	b	5.69	a	2893.33	a
Jerami 20%	1.3338	e	5.94	e	2960.00	b
Arang Aktif 0%	1.3312	a	5.52	a	2620.00	a
Arang Aktif 5%	1.3325	b	5.74	c	2590.00	a
Arang Aktif 10%	1.3331	d	5.91	d	2606.67	a
Arang Aktif 15%	1.3338	e	5.90	c	2600.00	a
Arang Aktif 20%	1.3342	f	5.91	d	2596.67	a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada arah vertikal tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott pada taraf α 0.05.

Arang aktif memiliki kemampuan dalam mengadsorpsi paraquat lebih baik, pada semua level peningkatan dosis arang aktif berakibat pada peningkatan kapasitas adsorpsi paraquat, hal ini diduga karena daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif. Arang yang sudah diaktivasi mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel sangat halus (molekul) terutama paraquat dan menjebaknya disana. Penyerapan menggunakan karbon aktif adalah efektif untuk menghilangkan paraquat. Ion paraquat ditarik oleh karbon aktif dan melekat pada permukaannya dengan kombinasi dari daya fisik kompleks dan reaksi kimia. Karbon aktif memiliki jaringan porous (berlubang) yang sangat luas yang berubah-ubah bentuknya untuk menerima molekul pengotor. Karbon aktif diimpregnasi dengan senyawa organik dengan gugus aktif seperti SH, -NH dapat menghasilkan adsorpsi yang lebih efektif dan menekan residu paraquat di dalam tanah. Tingkat adsorpsi dan kesempurnaan penghilangan bergantung pada pH larutan, temperatur, konsentrasi, ukuran molekul, dan berat molekul, kompleksitas struktur molekul

adsorben, tipe dan bentuk fisik karbon aktif yang digunakan.

Peningkatan dan penurunan pH dapat saja terjadi, oleh karena sejalan dengan pendapat Sembiring (2003), bahwa karbon aktif tidak hanya memiliki karbon, tapi juga sejumlah kecil ikatan kimia atom O dan H dalam bentuk berbagai gugus fungsi yang biasanya memberikan sifat masam pada padatan karbon, ditambah kandungan mineral yang ditandai dengan abu atau residu setelah pengarangan.

Paraquat merupakan herbisida kationik (divalen), sehingga berpotensi mengalami pertukaran kation di dalam tanah. Ion paraquat dapat bereaksi dengan lebih dari satu ion COO-koloid organik yang berasal dari bokasi jerami padi. Berdasarkan struktur kimiawinya, paraquat akan bereaksi dan diikat oleh ion COO-, fenolat O-, kombinasi keduanya, atau kombinasi salah satu ion tersebut dengan radikal bebas (Kan, 1978; Stevenson, 1994; dalam Mukhtar, *dkk.* 2004). Dengan demikian, kemampuan jerami padi juga nyata meningkatkan kapasitas adsorpsi paraquat, semakin tinggi dosis diduga meningkatkan kandungan gugus reaktif yang dimilikinya sehingga semakin tinggi pula jumlah paraquat teradsorpsi.

Peningkatan adsorpsi herbisida paraquat oleh bahan amelioran akan diikuti oleh pelepasan ion H⁺ dalam jumlah yang cukup signifikan. Keberadaan ion paraquat di dalam sistem akan menggantikan keberadaan ion H⁺ yang dilepaskan akan berada di dalam larutan dan menurunkan pH larutan. Ekuilibrasi dalam laju waktu, akan diikuti adsorpsi paraquat oleh bahan organik (dosis jerami padi 20%) dengan melepaskan ion OH⁻, sehingga pH suspensi dan DHL meningkat secara nyata.

(2) Subgrup Typic Hapludult

Hasil percobaan perlakuan bahan amelioran pada subgroup Typic Hapludult terjenuhi paraquat menunjukkan bahwa peningkatan dosis bahan amelioran tidak diikuti dengan peningkatan jumlah paraquat teradsorpsi, pH akhir dan DHL suspensi baik sebelum maupun setelah ekuilibrasi (Tabel 2).

Beberapa dugaan yang menyebabkan tidak terjadinya peningkatan adsorpsi oleh

perbedaan jenis amelioran maupun dosis setiap bahan amelioran tersebut adalah diduga akibat tingginya titik jenuh yang diberikan dan daya sangga tanah bermuatan variabel yang dimiliki ordo Ultisol ini. Qafoku *dkk.* (2004) menyatakan bahwa daya sangga yang tinggi pada tanah bermuatan variabel menyebabkan perubahan DHL ataupun pH tanah tidak dapat dilakukan dalam waktu yang singkat. Pengaruh ion H⁺ dan OH⁻ tidak serta merta dapat meningkatkan atau menurunkan pH dan DHL. DHL pada tanah bermuatan variabel dapat ditingkatkan dengan memberikan zeolit, bahan organik dan arang aktif yang akan menyumbangkan sejumlah muatan negatif yang akan meningkatkan pH. Namun demikian, kapasitas sangga tanah yang tinggi menyebabkan peningkatan muatan tidak terjadi dalam waktu yang singkat.

Tabel 2. Pengaruh Dosis Berbagai Bahan Amelioran terhadap Adsorpsi Paraquat, pH, dan Daya Hantar Listrik pada Typic Hapludult

Perlakuan	Adsorpsi Paraquat (cmol kg ⁻¹)	pH	DHL (μS ⁻¹)
Zeolit 0%	18.4499	3.8	6782.44
Zeolit 5%	18.4178	4.5	6776.67
Zeolit 10%	18.5181	3.7	6776.67
Zeolit 15%	18.3480	3.7	6706.67
Zeolit 20%	18.5127	3.7	6790.00
Jerami 0%	18.4499	3.9	6782.44
Jerami 5%	18.4680	3.7	6753.33
Jerami 10%	18.4143	3.8	6916.67
Jerami 15%	18.4125	3.8	6940.00
Jerami 20%	18.4608	3.9	6993.33
Arang Aktif 0%	18.4499	3.9	6782.44
Arang Aktif 5%	18.5736	3.8	6676.67
Arang Aktif 10%	18.4143	3.9	6670.00
Arang Aktif 15%	18.4089	4.1	6700.00
Arang Aktif 20%	18.5253	4.3	6616.67

Keterangan: Angka yang menunjukkan pada arah vertikal tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott pada taraf α 0.05

(3) Subgrup Chromic Endoaquert

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa dosis jenis amelioran berpengaruh nyata terhadap adsorpsi paraquat, kemasaman tanah dan daya hantar listrik pada Chromic Endoaquert.

Bahan amelioran jenis arang aktif dan zeolit memiliki pengaruh yang sama dalam mengadsorpsi paraquat, dan lebih baik dibandingkan dengan bokasi jerami pada Chromic Endoaquert (Tabel 3). Begitupun pada pH, arang

aktif mampu meningkatkan secara nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Subgrup Chromic Endoaquert memiliki tipe koloid 2:1, adsorpsi herbisida paraquat sangat nyata dipengaruhi oleh luas permukaan absorben. Semakin luas permukaan absorben, semakin tinggi terjadinya adsorpsi karena semakin banyak rongga (*site*) yang tersedia untuk permukaan adsorpsi. Kapasitas sorpsi karbon aktif selain ditentukan oleh luas permukaan dan struktur pori-pori juga dipengaruhi oleh kehadiran gugus fungsional di

permukaan karbon aktif (Ahmedna *dkk.*, 2000; Darmstadt *dkk.*, 2004). Jari-jari karbon aktif memiliki ukuran > 50 nm (makropori), sedangkan senyawa kontaminan memiliki jari-jari < 10 nm. Permukaan arang aktif diketahui mengandung berbagai heteroatom diantaranya oksigen (Ahmedna *dkk.*, 2000; Laszlo *dkk.*, 2001). Kehadiran oksigen di permukaan pori arang aktif mencirikan suatu sifat polar dari permukaan karbon aktif, yang nantinya akan mempengaruhi preferensi adsorpsi dari residu kontaminan.

Tabel 3. Pengaruh Dosis Berbagai Bahan Amelioran terhadap Adsorpsi Paraquat, pH, dan Daya Hantar Listrik pada Chromic Endoaquert

Perlakuan	Adsorpsi Paraquat (cmol kg ⁻¹)	pH	DHL (μS ⁻¹)
Zeolit 0%	3.7590 a	6.53 a	3800.24 a
Zeolit 5%	3.7590 a	6.31 a	3790.00 a
Zeolit 10%	3.7595 b	6.36 a	3776.67 a
Zeolit 15%	3.7597 c	6.40 a	3760.00 a
Zeolit 20%	3.7597 c	6.39 a	3760.00 a
Jerami 0%	3.7590 a	6.53 a	3800.24 a
Jerami 5%	3.7590 a	6.50 a	3850.00 a
Jerami 10%	3.7590 a	6.62 a	3906.67 a
Jerami 15%	3.7591 a	6.72 d	3920.00 a
Jerami 20%	3.7591 a	6.75 e	3953.33 b
Arang Aktif 0%	3.7590 a	6.53 a	3800.24 a
Arang Aktif 5%	3.7590 a	6.65 b	3703.33 a
Arang Aktif 10%	3.7595 b	6.73 d	3710.00 a
Arang Aktif 15%	3.7597 c	6.79 c	3723.33 a
Arang Aktif 20%	3.7598 d	6.82 f	3656.67 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada arah vertical tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott pada taraf α 0.05.

Seperti halnya pada Typic Hapludand, peningkatan dosis arang aktif pada Chromic Endoaquert yang terjenuhi paraquat, nyata meningkatkan adsorpsi paraquat. Dosis tertinggi arang aktif 20% memberikan nilai terbaik untuk adsorpsi paraquat (3,7598 cmol kg⁻¹), dan mempengaruhi pH dari agak masam (6,53) ke arah netral (6,82).

SIMPULAN

- (1) Adsorpsi isotherm paraquat pada Typic Hapludult, Chromic Endoaquert, dan Typic Hapludand mengikuti persamaan Langmuir, dengan nilai adsorpsi maksimum (titik jenuh)

berturut-turut sebesar 20,833 cmol kg⁻¹, 9,346 cmol kg⁻¹, dan 1,883 cmol kg⁻¹.

- (2) Adsorpsi paraquat, pH dan DHL semakin bertambah sejalan dengan meningkatnya dosis amelioran pada Typic Hapludand dan Chromic Endoaquert terjenuhi paraquat. Dosis 20% arang aktif memberikan nilai adsorpsi tertinggi.

SARAN

Menggunakan perunut radioaktif (*radio-tracer*) untuk mengetahui serapan paraquat oleh tanaman dari dalam tanah, serta menggunakan rentang konsentrasi yang lebih rendah agar terlihat kemampuan adsorpsinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmedna, M, WE Marshall, and RM Rao. 2000. Production of Granular Activated Carbon from Selected Agricultural By-Products: *Bioresources Technology*. 7 (2): 113-123. Bulletin Louisiana State University Agricultural Center No.869. 1-56. J-online: http://www.Isuagcenter.com?Communications/pdfs_bak/laes869carbon.pdf. [12/08/2009].
- Anderson, JR and E Drew. 1972. Growth characteristics of a species of *Lipomyces* and its degradation of paraquat. *J. Gen. Microbiol.*
- Ardiwinata, AN. 2008. Peran Karbon Aktif Dalam Proses Degradasi Residu Karbofuran di Tanah oleh Mikroba. *Prosiding Seminars Nasional Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertanian Melalui Pendekatan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Secara Terpadu*. Surakarta, 28 Maret 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 171-189.
- Arifin, M. 1994. Pedogenesis Andisol Berbahan Induk Abu Volkan Andesit dan Basalt pada Beberapa Zona Agroklimat di Daerah Perkebunan Teh Jawa Barat. *Disertasi Doktor*. Institut Pertanian Bogor. 202 .
- Dyson, JS. 2002. Environmental Safety Assesment of Paraquat Use in Indonesia with Special References to Local Study. Syngenta Limited. Jealott's Hill International Centre. Bracknell Berkshire RG42 6EY. UK (Unpublished Data).
- Fox, R L and E J Kamprath. 1970. Phosphates sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34:902-907.
- Gomez KA, and AA Gomez. 1993. *Statistical Procedure for Agricultural Research*. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York. 680p.
- Hartzler, B. 2002. *Absorption of Soil-Applied Herbicides*. E-journal on line <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2002/soilabsorption.htm> [12/05/2010].
- Muktamar, Z, S Faryani, dan N Setyowati. 2003. Adsorpsi Paraquat oleh Bahan Mineral Ultisol dan Entisol pada Berbagai Konsentrasi. *J. Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*, 5(2): 40-47
- Muktamar, Z, Sukisno dan N Setyowati. 2004. Adsorpsi dan Desorpsi Herbisida Paraquat oleh Bahan Organik Tanah. *J. Akta Agrosia*, 7(1): 11-17.
- Parfit, RL and AD Wilson. 1985. Estimation of Allophane and Halloysite in Three Sequences of Volcanic Soils New Zealand, in E. Fernandez Caldas and D.H. Yaalon (editors). *Volcanic Soils. Catena Suppl.*, 7:1-8.
- Qafoku N, E Van Ranst, A Noble, and G Baert. 2004. Variable Charge Soils: Their Mineralogy, Chemistry and Management. In *Advances in*
- Schnitzer, M and H Kodama. 1992. Interactions Between Organic Components in Particle Size Fraction Separated from Four Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:1099-1105.
- Sembiring, MTA dan TS Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenal dan Proses Pembuatannya)*. USU Gigital Library. Tersedia <http://www.scribd.com/doc/3627041/Arang-Aktif> [12 Mei 2010].
- Soil Survey Staff. 2010. *Key to Soil Taxonomy*. National Resources Conservation Service. 332 p.
- Stevenson, FJ. 1982. *Humus Chemistry, Genesis-Composition-Reactions*. A Wiley Intersci. Publication John Willey & Sons. New York Chichester Brisbane Toronto Singapore.
- Zimdahl, 1999. *Fundamentals of Weed Science*, 2nd edn. San Diego. Academic Press.