

ANALISIS PROFIL PENGARUH BAHAN ORGANIK TERHADAP KONSENTRASI BESI FERRO DAN SERAPANNYA DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Profile Analysis of the Effects of Organic Matter on Iron Concentration and Absorption in Tidal Swamp Land

Wahida Annisa dan Herman Subagio

¹Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Jl. Kebun Karet PO BOX 31, Loktabat Utara, Banjarbaru, Indonesia

Telp. (0511) 4772534, Fax. (0511) 4772534

E-mail : annisa_balittra@yahoo.com

(Makalah diterima 25 November 2017 – Disetujui, 08 Desember 2016)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui kesamaan karakteristik masing-masing jenis bahan organik dalam menekan kelarutan besi di tanah dan serapannya pada tanaman. Penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan. Tahap pertama penelitian rumah kaca bertujuan untuk mengumpulkan data primer. Rancangan Faktorial dua faktor dengan satu kontrol yang diulang sebanyak tiga ulangan yang digunakan pada tahap ini. Faktor pertama adalah jenis bahan organik tanah yang digunakan adalah: B₁= Jerami padi; B₂= gulma lokal; B₃= Kombinasi 50% jerami dan 50% gulma lokal. Faktor kedua adalah waktu inkubasi bahan organik yaitu: I₁= 2 minggu, I₂= 4 minggu, I₃= 8 minggu, (4) I₄= 12 minggu. Tahap kedua melakukan analisis profil jenis bahan organik yang bertujuan untuk mengetahui kesamaan karakteristik masing-masing jenis bahan organik dalam menekan kelarutan besi di tanah dan serapannya pada tanaman. Berdasarkan uji kesejajaran profil diketahui bahwa ketiga jenis bahan organik tidak sejajar atau dengan kata lain masing-masing jenis bahan organik memiliki peran yang berbeda dalam menekan kelarutan besi di tanah dan serapannya pada tanaman. Perlu dilakukan analisis perbandingan berpasangan dengan metode *turkey* terhadap ketiga jenis bahan organik yang digunakan..

Kata kunci: Analisis profil, bahan organik, waktu inkubasi, kelarutan besi

ABSTRACT

This study aimed to determine the similarity of the characteristics of each type of organic matter in suppressing the solubility of iron in soil and absorption in plants. This research was conducted in two stages. The first stage was conducted in the greenhouse to study the effect of organic matter to iron solubility in acidic sulphate soil. The research used a factorial design with 1 control and 3 replications. The first factor was type of organic matter used, B₁ = rice straw; B₂ = weeds; B₃ = Combination of 50% rice straw and 50% weeds. The second factor was the incubation period of organic matter I₁ = 2 weeks, I₂ = 4 weeks, I₃ = 8 weeks, and I₄ = 12 weeks. The second stage was analyzing the profiles of the type of organic matter in order to evaluate the similarity of the characteristics of each type of organic matter. Based on the profile alignment, it was found that the three types of organic matter were not aligned. The types of organic matter had different roles in suppressing the solubility of iron in soil and its absorption in plants. There is a need to do a comparative analysis with Tukey method to the three types of organic matter.

Key words: *profile analysis, organic material, incubation period, iron solubility*

PENDAHULUAN

Residu tanaman dan gulma purun tikus (*Eleocharis dulcis*) merupakan sumber utama bahan organik di lahan sulfat masam. Jerami padi yang merupakan residu panen dan gulma purun tikus efektif sebagai bahan amelioran pada budi daya padi di ekosistem ini (Muhrizal *et al.*, 1993). Kandungan kimia jerami padi, gulma purun tikus, dan kotoran berturut-turut adalah 36,94%, 37,10%, dan 8,58% C; 1,04%, 0,42%, dan 2,28% N; 6,85%, 6,73%, dan 2,99% lignin; 3,95%, 15,73%, dan 9,28% polifenol (Muhrizal *et al.*, 2006).

Proses dekomposisi bahan organik pada tanah tergenang berbeda dengan tanah aerobik karena oksigen yang terbatas pada kondisi tergenang. Oksigen merupakan akseptor elektron yang digunakan mikroorganisme anaerob pada proses oksidasi bahan organik. Energi akseptor elektron yang digunakan mengikuti urutan: $O_2 > NO_3^- > Mn^{4+} > Fe^{3+} > SO_4^{2-} > CO_2$. Berdasarkan prinsip pengomposan, yaitu menurunkan nisbah C/N yang tinggi dari > 20 menjadi < 20 , maka disepakati kecepatan dekomposisi bahan organik dapat dilihat dari nisbah C/N bahan organik itu sendiri. Nisbah C/N merupakan ekspresi dari struktur bahan organik terhadap kandungan C dan N.

Bahan organik jerami padi dan gulma lokal memiliki kandungan lignin dan lignoselulosa. Lignin dan selulosa merupakan senyawa organik pada tanaman yang menghasilkan C-organik dan lignin tergolong senyawa yang sukar didekomposisi, sedangkan selulosa lebih mudah didekomposisi (Stevenson, 1994). Hasil analisis FTIR menunjukkan pada bilangan gelombang 1.512-1.527/cm terlihat 1,42% dan 1,21% yang mengindikasikan adanya lignin dan lignoselulosa. Menurut Ouatmane *et al.* (2000), kecepatan proses dekomposisi bahan organik juga dipengaruhi oleh selulosa selain lignin yang serapannya terlihat pada bilangan gelombang 3.300-3.800/cm. Selulosa tertinggi terdapat pada gulma, kemudian jerami. Ditinjau dari nisbah lignin/selulosa, dekomposisi bahan organik jerami relatif sulit dibandingkan gulma lokal.

Keberhasilan usahatani pada lahan sulfat masam di antaranya terletak pada pengelolaan dan pemanfaatan bahan organik. Pada lahan rawa, bahan organik berfungsi mempertahankan suasana reduksi dan mengkhelat unsur-unsur meracun dalam tanah, seperti Fe^{2+} (besi ferro) yang merupakan hasil reduksi Fe^{3+} . Pengikatan logam atau ion dalam larutan tanah dipengaruhi oleh asam humat dan asam fulvat yang berfungsi sebagai koloid organik. Gugus fenolat dan karboksilat dari asam fulvat membentuk cakar yang mempunyai afinitas yang sangat kuat bagi ion-ion logam trivalen seperti Al dan Fe (Bourbonniere and Creed, 2006).

Analisis profil merupakan bagian dari pengujian hipotesis terhadap nilai tengah dari peubah ganda

menggunakan prinsip grafik yang terdiri atas tiga tahap, yaitu uji hipotesis keparalelan, kesamaan level, dan pengaruh utama p-variabel. Ketiga tahapan tersebut menjawab tiga tujuan analisis profil. Profil jenis bahan organik merupakan informasi penting untuk mengetahui karakteristik kesamaan jenis bahan organik lokal dalam memperbaiki kesuburan tanah sulfat masam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kesamaan masing-masing jenis bahan organik dalam menekan kelarutan besi di tanah dan serapannya pada tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan. Tahap pertama adalah penelitian rumah kaca untuk mengumpulkan data primer. Penelitian ini menggunakan Rancangan Faktorial dua factor dengan 1 kontrol yang diulang sebanyak 3 ulangan. Faktor pertama adalah jenis bahan organik tanah yang digunakan adalah: B_1 = Jerami padi; B_2 = gulma lokal; B_3 = Kombinasi 50% jerami dan 50% gulma lokal. Faktor kedua adalah waktu inkubasi bahan organik yaitu: I_1 = 2 minggu, I_2 = 4 minggu, I_3 = 8 minggu, (4) I_4 = 12 minggu. Pengamatan terhadap kelarutan Fe (Fe-dd), potensial Redoks, C organik, dan serapan Fe di tanaman dilakukan sebanyak 4 kali yaitu 2, 4, 6, 8 minggu setelah tanam. Untuk data pengamatan tahap satu dilakukan uji kontras ortogonal mengetahui pengaruh perlakuan. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan nyata antar aras dari faktor (ragam) dilakukan Uji Jarak Ganda Duncan (UJGD) pada aras nyata 5%.

Pada tahap kedua, penelitian menganalisis profil jenis bahan terhadap kelarutan besi dan serapannya pada tanaman dengan metode analisis deskriptif dan analisis profil. Analisis deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik jenis bahan organik dalam menekan kelarutan besi di tanah dan serapan tanaman. Kemudian dilanjutkan dengan analisis profil multivariate menggunakan MANOVA yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan efek perlakuan.

Pada tahap uji hipotesis digunakan vektor rata-rata dan matriks dispersi untuk masing-masing populasi. Vektor rata-rata merupakan ciri masing-masing populasi. Selanjutnya, kedua vektor rata-rata diuji menggunakan metode uji hipotesis. Hasil uji hipotesis berupa kesimpulan yang dapat memberi ciri bagi masing-masing populasi, dilihat dari tiga hal, yaitu keparalelan, level, dan pengaruh utama p-variabel. Sebelum analisis profil dilakukan pengujian validitas dan reabilitas data. Hasil pengujian validitas pada semua dimensi perlakuan menunjukkan seluruh data valid dan reliable dengan p-value ($r < \alpha = 0,05$). Pada pengujian MANOVA terdapat asumsi yang harus terpenuhi, yaitu berdistribusi normal multivariate, homogenitas, dan linearitas. Pengujian

hipotesis pada MANOVA melalui persamaan asumsi berikut:

$$H_0: \begin{pmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{21} \\ \vdots \\ \mu_{101} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu_{12} \\ \mu_{22} \\ \vdots \\ \mu_{102} \end{pmatrix} = \dots = \begin{pmatrix} \mu_{17} \\ \mu_{27} \\ \vdots \\ \mu_{107} \end{pmatrix} \text{ vs } H_1 \text{ Paling sedikit ada dua rata-rata yang tidak sama}$$

Persamaan 1. Persamaan Asumsi

Dalam analisis profil, dapat dirumuskan tiga tahap pengujian hipotesis yaitu sebagai berikut:

Uji keparalelan.

Uji keparalelan dilakukan pada dua populasi yang menyebar normal. Untuk contoh bebas dari dua populasi (perlakuan) dibuat nilai rata-rata untuk setiap peubah sehingga akan didapat nilai rata-rata dari populasi 1 x 1 dan 2 x 2. Hipotesis nol ditolak apabila nilai $T_2 > C_2$. Nilai dari C_2 bergantung pada nilai sebaran F dengan $db_1 = p - 1$ dan $db_2 = n_1 + n_2 - p$ pada (α) . C adalah matriks kontras.

Uji keberhimpitan.

Uji keberhimpitan dilakukan setelah profil paralel, nilai pertama berada di atas nilai kedua. Di bawah kondisi ini, profil akan berhimpit jika:

$$\mu_{11} = \mu_{12} = \dots = \mu_{1p} = 1'\mu_1$$

Hipotesis nol untuk langkah kedua dituliskan dalam persamaan berikut:

$$H_{02}: 1'\mu_1 = 1'\mu_2$$

$$H_{12}: 1'\mu_1 \neq 1'\mu_2$$

Persamaan 2. Hipotesis nol pada uji keberhimpitan

Pengujian hipotesis ini baru dapat dilakukan setelah uji keparalelan/kesejajaran dapat diterima. Persamaan untuk pengujian hipotesis keberhimpitan adalah sebagai berikut:

$$T^2 = \mathbf{I}'(\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2) \left[\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \mathbf{I}' \mathbf{S}_{pooled} \mathbf{I} \right]^{-1} \mathbf{I}'(\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2) = \left(\frac{\mathbf{I}'(\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2)}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \mathbf{I}' \mathbf{S}_{pooled} \mathbf{I}}} \right)^2 > t_{n_1+n_2-2}^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right) = F_{1, n_1+n_2-2}(\alpha)$$

Persamaan 3. Hipotesis untuk uji keberhimpitan

Uji Kesamaan (Level).

Uji kesamaan dilakukan setelah profil-profil tersebut berhimpit (H_0 keberhimpitan diterima), maka seluruh observasi berasal dari populasi normal yang sama. Langkah selanjutnya adalah melihat eluruh peubah yang memiliki nilai rata-rata yang sama. Asumsi bahwa profil sama, maka nilai tengah pasti sama, sehingga hipotesisnya dirumuskan sebagai berikut:

$$H_{03}: C\mu = 0$$

$$H_{13}: C\mu \neq 0$$

Pengujian untuk kesamaan level dua populasi normal, Tolah H_{03} pada tingkat α , jika $(n_1 + n_2)\bar{\mathbf{x}}'C'[CSC]^{-1}C\bar{\mathbf{x}} > c^2$

$$c^2 = \frac{(n_1 + n_2 - 1)(p - 1)}{(n_1 + n_2 - p + 1)} F_{p-1, n_1+n_2-p+1}(\alpha).$$

Analisis profil dilakukan menggunakan perangkat lunak SAS dengan uji statistik Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Hotelling-Lawley Trace, dan Roy's Greatest Root. Uji statistik ini bertujuan untuk menarik kesimpulan ada tidaknya kesejajaran, keberhimpitan, dan kebersamaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Besi Ferro di Tanah

Pengamatan menunjukkan pemberian bahan organik yang didekomposisikan selama 8 minggu (I_3) menurunkan konsentrasi Fe^{2+} tanah, sama dengan perlakuan petani (I_4) (Tabel 1). Hal ini berkaitan dengan kualitas bahan organik. Nisbah C/N bahan organik (I_3) adalah 34,8. Rendahnya nisbah C/N bahan organik meningkatkan proses mineralisasi dalam tanah. Kandungan lignin dalam bahan organik memiliki peranan penting dalam mempercepat proses mineralisasi tanah, semakin tinggi kandungan lignin bahan organik semakin besar jumlah N yang tidak dilepaskan. Kandungan polifenol dalam bahan organik juga mempengaruhi pelepasan N dari bahan organik karena protein diikat oleh polifenol (Handayanto *et al.*, 2007).

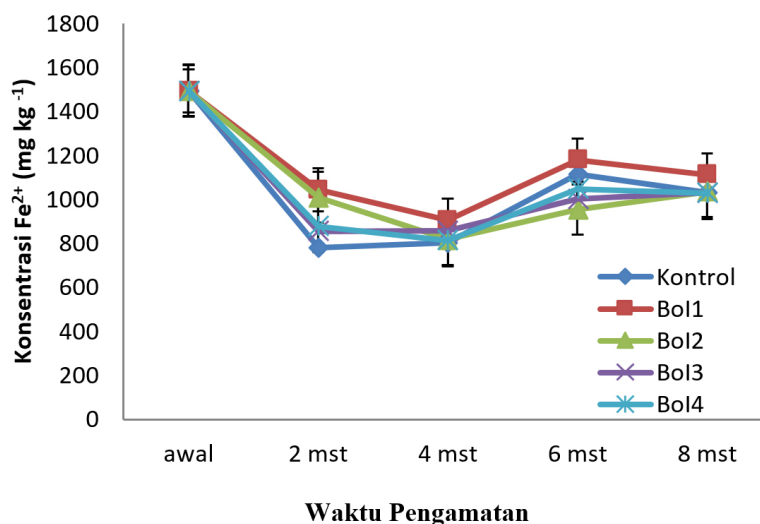
Gambar 1 menunjukkan pemberian bahan organik pada awalnya akan menurunkan konsentrasi Fe^{2+} tanah kemudian terus meningkat sampai mencapai puncak dan kembali menurun. Penurunan konsentrasi Fe^{2+} pada awal pengamatan disebabkan karena proses pengkelatan Fe^{2+} yang berbanding lurus dengan muatan negatif bahan organik yang terdekomposisi. Hal ini didukung oleh data hasil analisis FTIR, dimana luas area serapan pada bilangan gelombang 1.590-1.640/cm meningkat setelah bahan organik dikomposkan, yaitu 3,73% dari jerami segar dan 2,80% dari gulma segar menjadi 9,17% setelah berupa kompos jerami dan 9,40% dalam bentuk kompos gulma (Annisa, 2014).

Tabel 1. Konsentrasi Fe²⁺ tanah (mg kg⁻¹) akibat pemberian berbagai jenis bahan organik dan masa inkubasi bahan organik pada akhir pengamatan

Perlakuan	Waktu Inkubasi Bahan Organik				Rerata
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄ (pola petani)	
B1	1092,41	1044,86	983,08	1022,89	1026,92a
B2	1138,58	1063,01	999,13	1061,08	1058,30a
B3	1099,37	997,35	1115,81	1003,92	1065,53a
Rerata	1110,12a	1035,07a	1032,67a	1029,29a	(-)
B					1051,79p
K					1031,78p

KK (%)= 9,71

Keterangan : Bahan Organik dan kontrol dibandingkan dengan uji kontras orthogonal. Tanda (-) menunjukkan tidak terjadi interaksi antar perlakuan pemberian bahan organik dengan masa inkubasi bahan organik. Angka dalam kolom atau baris yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%. mst = minggu setelah tanam



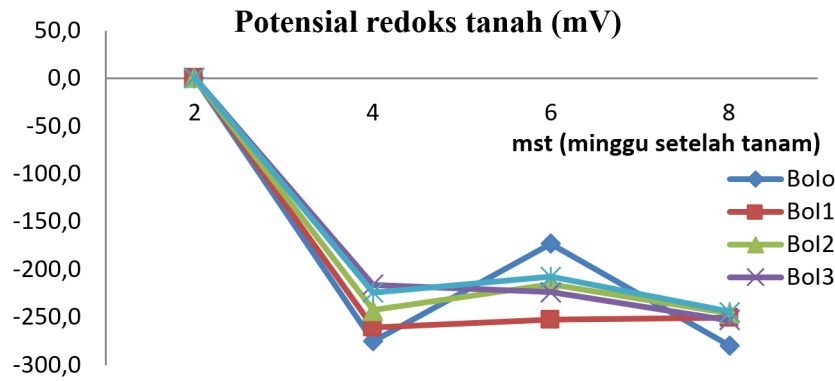
Gambar 1. Dinamika perubahan Fe²⁺ (mg kg⁻¹) dalam tanah akibat pemberian bahan organik (B) dengan empat periode pengamatan. B₀I₀= kontrol (tanpa bahan organik), B₀I₁=bahan organik yang didekomposisikan selama 2 minggu, B₀I₂=bahan organik yang didekomposisikan selama 4 minggu, B₀I₃=bahan organik yang didekomposisikan selama 8 minggu, B₀I₄ adalah bahan organik yang didekomposisikan selama 12 minggu (pola petani)

Serapan pada bilangan gelombang tersebut menunjukkan gugus aromatik C = C dan gugus C = O yang diinterpretasikan sebagai gugus humat (Smidt *et al.*, 2005). Tan (2003) melaporkan jumlah gugus karboksil dan phenolik merupakan total kemasaman. Oleh karena itu, total kemasaman mencerminkan tingkat muatan negatif bahan humik dan pengkhelatan terhadap metal lebih efektif oleh asam humat dibandingkan dengan asam fulvat. Reaksinya digambarkan sebagai berikut (Reddy and De Laune, 2008):



Potensial Redoks Tanah

Kondisi potensial redoks tanah berpengaruh terhadap stabilitas senyawa Fe dan Mg. Pada tahap awal penggenangan, potensial redoks menurun cepat, dan beberapa hari kemudian meningkat dan turun kembali secara perlahan-lahan (Gambar 2). Penurunan nilai potensial redoks tanah diawal penggenangan disebabkan oleh tereduksinya NO₃⁻ dan Fe³⁺ yang mengakibatkan terakumulasinya NH₄⁺ dan Fe²⁺ yang menyebabkan kondisi tanah menjadi sangat reduktif, sehingga potensial redoks menurun. Kondisi potensial redoks tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: (1) fluktuasi muka air yang berhubungan dengan masuknya oksigen ke dalam tanah, (2) konsentrasi elektron dalam tanah, (3)



Gambar 2. Dinamika perubahan Potensial Redoks Tanah (m.V) akibat pemberian bahan organik (B) dengan empat periode pengamatan. B₀I₀= kontrol (tanpa bahan organik), B₀I₁=bahan organik yang didekomposisikan selama 2 minggu, B₀I₂=bahan organik yang didekomposisikan selama 4 minggu, B₀I₃=bahan organik yang didekomposisikan selama 8 minggu, B₀I₄ adalah bahan organik yang didekomposisikan selama 12 minggu (pola petani)

Tabel 2. Potensial Redoks Tanah (mV) akibat pemberian berbagai jenis bahan organik dan masa inkubasi bahan organik pada akhir pengamatan

Perlakuan	Masa Inkubasi Bahan Organik (minggu)				Rerata
	2	4	8	12 (petani)	
Jerami Padi	-249	-259	-247	-246	-253a
Purun Tikus	-233	-227	-271	-236	-244a
Kombinasi	-269	-251	-240	-250	-254a
Rerata	-250a	-246a	-253a	-244a	(-)
Bahan Organik (B)					-248p
Kontrol (K)					-276p

KK (%)= -10,44

Keterangan : Bahan Organik dan kontrol dibandingkan dengan uji kontras orthogonal. Tanda (-) menunjukkan tidak terjadi interaksi antara perlakuan pemberian bahan organik dengan masa inkubasi bahan organik. Angka dalam kolom atau baris yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%. mst= minggu setelah tanam

bahan organik, (4) temperatur, dan (5) pH tanah (Reddy and De Laune, 2008).

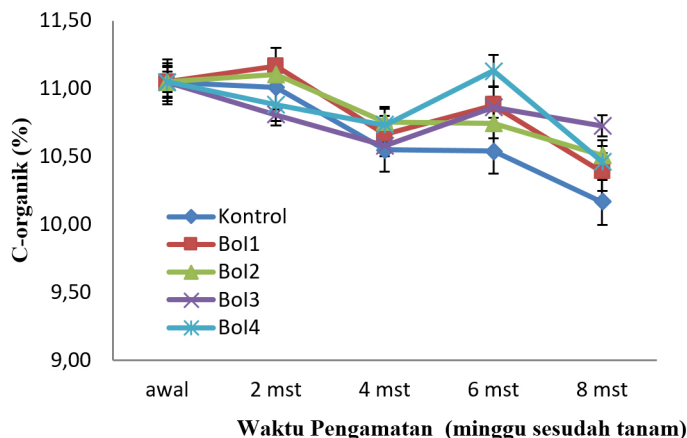
Kandungan C organik Tanah

Pola distribusi kandungan C-organik tanah pada penelitian ini sejalan dengan dinamika konsentrasi Fe²⁺ akibat penggenangan (Gambar 3). Bahan organik tanah berperan dalam memicu reduksi Fe³⁺. Roger (2001) melaporkan bahwa intensitas reduksi di tanah tergenang dipengaruhi oleh bahan organik, mikroba sebagai dekomposer, dan akseptor elektron. Tingginya pengaruh bahan organik yang diberikan pada kondisi tergenang dibandingkan kondisi pelindian berkaitan dengan lebih reduktifnya kondisi tanah dan lebih banyak jumlah elektron yang disumbangkan pada proses reduksi Fe. Pada lahan sulfat masam, bahan organik berfungsi

mempertahankan kondisi reduktif tanah dan proses dekomposisi bergantung pada ketersediaan akseptor elektron (seperti besi atau sulfat) karena rendah atau bahkan tidak adanya pasokan oksigen bebas dari udara. Penurunan nilai potensial redoks pada tanah sulfat masam disebabkan oleh pemberian bahan organik yang belum mengalami dekomposisi (bahan organik segar). Penurunan nilai potensial redoks jauh lebih sulit jika bahan organik yang diberikan ke tanah sudah terdekomposisi.

Serapan Fe di akar

Hasil pengamatan menunjukkan perlakuan pemberian bahan organik tidak berbeda nyata terhadap serapan Fe di daun, sehingga belum terlihat gejala keracunan besi (Tabel 3). Tanaka dan Navasero (1966) mengatakan keracunan besi akan terjadi jika tanaman menimbun Fe di



Gambar 3. Dinamika perubahan C organik tanah (%) akibat pemberian bahan organik (B) dengan empat periode pengamatan. B_oI₀= kontrol (tanpa bahan organik), B_oI₁=bahan organik yang didekomposisikan selama 2 minggu, B_oI₂=bahan organik yang didekomposisikan selama 4 minggu, B_oI₃=bahan organik yang didekomposisikan selama 8 minggu, BoI4 adalah bahan organik yang didekomposisikan selama 12 minggu (pola petani)

Tabel 3. Konsentrasi Serapan Fe (%) di akar tanaman akibat pemberian berbagai jenis bahan organik dan masa inkubasi bahan organik pada saat panen

Perlakuan	Masa Inkubasi Bahan Organik (minggu)				Rerata
	2	4	8	12 (petani)	
Jerami Padi	1,55b	1,57b	1,45b	1,63ab	1,52b
Purun Tikus	2,07a	1,64ab	1,82ab	1,88ab	1,82a
Kombinasi	1,81ab	1,64ab	1,57b	1,74ab	1,69ab
Rerata	1,81	1,62	1,62	1,75	(+)
Bahan Organik (B)					1,69p
Kontrol (K)					1,42p

KK (%)= 13,57

Keterangan : Bahan Organik dan kontrol dibandingkan dengan uji kontras orthogonal. Tanda (+) menunjukkan terjadi interaksi antara perlakuan pemberian bahan organik dengan masa inkubasi bahan organik. Angka dalam kolom atau baris yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%. mst= minggu setelah tanam

daun. Gejala keracunan besi pada tanaman padi terlihat jika kandungan Fe pada helaian daun > 300 mg/kg. Akar tanaman padi memiliki kemampuan dalam mengatasi keracunan besi, dengan mengeluarkan (exclusi) Fe pada permukaan akar sehingga mencegah Fe masuk ke akar. Akar juga memiliki kemampuan dalam meretensi Fe yang ada dalam jaringan tanaman, sehingga translokasi Fe dari akar ke tajuk menurun.

Analisis Profil Terhadap Jenis Bahan Organik

Hasil uji keparalelan atau kesejajaran pada perlakuan jenis bahan organik terhadap konsentrasi besi ferro di tanah dan serapan tanaman dengan menggunakan

perangkat lunak SAS Ver. 9.0 for windows dijasikan pada Tabel 4.

Hasil uji keparalelan atau kesejajaran menunjukkan ketiga perlakuan bahan organik tidak sejajar atau masing-masing memiliki peran yang berbeda dalam menekan kelarutan Fe di tanah dan serapannya pada tanaman. Hal ini disimpulkan dari data analisis profil jenis bahan organik bahwa pada tingkat kepercayaan 5%, nilai Pr > F (p>0,05) pada hipotesis H0 ditolak. Dengan demikian, profil jenis bahan organik tidak menunjukkan keparalelan atau kesejajaran, sehingga tidak dilakukan analisis berikutnya, karena sudah pasti tidak berhimpit atau tidak ada kesamaan.

The ANOVA Procedure
Multivariate Analysis of Variance

E = Error SSCP Matrix

	Fetnh	Eh	C	Feakar
Fetnh	225729.74065	-22687.29417	-385.365775	91.010839167
Eh	-22687.29417	14974.5	6.2283333333	13.369166667
C	-385.365775	6.2283333333	5.1833611111	-1.246216111
Feakar	91.010839167	13.369166667	-1.246216111	1.1181222778

Partial Correlation Coefficients from the Error SSCP Matrix / Prob > |r|

DF = 22	Fetnh	Eh	C	Feakar
Fetnh	1.000000	-0.390222 0.0656	-0.356265 0.0952	0.181157 0.4081
Eh	-0.390222 0.0656	1.000000	0.022356 0.9194	0.103320 0.6390
C	-0.356265 0.0952	0.022356 0.9194	1.000000	-0.517658 0.0114
Feakar	0.181157 0.4081	0.103320 0.6390	-0.517658 0.0114	1.000000

The ANOVA Procedure

Multivariate Analysis of Variance

H = Anova SSCP Matrix for plk

	Fetnh	Eh	C	Feakar
Fetnh	88170.890008	7678.3791667	-122.4509833	114.097965
Eh	7678.3791667	5976.75	43.648333333	5.2821666667
C	-122.4509833	43.648333333	2.1083222222	-0.427978889
Feakar	114.097965	5.2821666667	-0.427978889	0.9731572222

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse * H, where

H = Anova SSCP Matrix for plk

E = Error SSCP Matrix

Characteristic Root	Percent	Fetnh	Eh	V'EV=1 C	Feakar
1.27533144	48.60	0.00139981	0.00415548	0.34945471	0.78217090
0.84830658	32.33	0.00137197	0.00626357	0.01076170	-0.78859515
0.37863219	14.43	-0.00090937	-0.00087849	0.36427718	0.10300116
0.12171219	4.64	0.00120219	-0.00497112	0.19415902	-0.06216429

MANOVA Test Criteria and F Approximations for the Hypothesis of No Overall plk Effect

H = Anova SSCP Matrix for plk

E = Error SSCP Matrix

S=4 M=3 N=8.5

Statistic	Value	F Value	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.15376287	1.07	44	74.644	0.3904
Pillai's Trace	1.40261690	1.08	44	88	0.3730
Hotelling-Lawley Trace	2.62398240	1.06	44	43.057	0.4208
Roy's Greatest Root	1.27533144	2.55	11	22	0.0296

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

Tabel 4. Hasil analisis profil jenis bahan organik

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dapat disimpulkan bahwa bahan organik pada lahan sulfat masam berfungsi menurunkan dan mempertahankan kondisi reduksi tanah, sehingga oksidasi pirit dapat ditekan. Penambahan bahan organik ke dalam tanah mampu menekan serapan Fe pada daun tanaman padi, sehingga konsentrasi Fe di daun rendah (245,8 ppm) dibandingkan dengan tanpa bahan organik (294,3 ppm).

Analisis profil menunjukkan ketiga jenis bahan organik yang digunakan dalam penelitian tidak sejajar atau masing-masing memiliki peran yang berbeda dalam menekan kelarutan Fe di tanah dan serapan pada tanaman

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr Ir. Muhammad Sabran, MSc atas saran dan arahannya tentang cara pengolahan data. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada BALITTRA (Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa yang telah memberi fasilitas rumah kaca dan laboratorium selama kegiatan penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, W. 2014. Peran Bahan Organik dan Tata Air Mikro Terhadap Kelarutan Besi, Emisi CH₄, Emisi CO₂ dan Produktivitas Padi Di Lahan Sulfat Masam. Disertasi. Universitas Gadjah Mada
- Brettar, J. Miguel., P. Sanchez., M. Tremolieres. 2002. Nitrate elimination by denitrification in hardwood forest soils of the Upper Rhine floodplain—correlation with redox potential and organic matter. *Hydrobiologia*. 469 (1-3): 11-21.
- Bourbonniere, R.A and I.F. Creed. 2006. Biodegradability of dissolved organic matter extracted from a chronosequence of forest-floor materials. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169: 101–107.
- Handayanto, E, dan K. Hairiah. 2007. *Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Malang: Pustaka Adipura. 178p
- Muhrizal, S., M. Lande, and W. Andriesse. 1993. Farmers' experiences in using acid sulphate soils: some examples from tidal swampland of southern Kalimantan, Indonesia. In: Dent, D.L., M.E.F. Van Mensvoort (Eds). *Selected Papers of the Hoi Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soil*, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands. ILRI Publ. 53: 113-122p.
- Muhrizal, S., J. Shamshuddin, Fauziah, and M.A.H. Husni. 2006. Changes in iron-poor acid sulphate soil upon submergence. *Geoderma* 131: 110-122.
- Ouatmane, A., M.R. Provenzano, M. Hafidi, and N. Senesi. 2000. Compost Maturity Using Calorimetry, Spectroscopy and Chemical Analysis. *Compost Science and Utilization* 8: 124-134.
- Reddy, K.R. and R.D. Delaune. 2008. *The Biogeochemistry of Wetland: Science and Application*. CRC Press. New York. 774p
- Roger, P. 2001. Production, Oxidation, Emission and Consumption Of Methane By Soils: A Review. *Eur. J. Soil Biol.* 37: 25-50.
- Smidt, E., Eckhardt, K.U, Lechner, P., Schulten, H.R. and Leinweber, P. 2005. Characterization of Different Decomposition Stages Of Biowaste Using FT-IR Spectroscopy and Pyrolysis-Field Ionization Mass Spectrometry. *Biodegradation* 16(1): 67-79.
- Smidt, E and K. Meissl. 2006. The applicability of modern analytical tools in waste management Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy, *Waste Management* 27; 268-276.
- Smidt, E., P. Lechner., Schwanninger, M., Haberhauer., M.H. Gerzabek. 2002. Characterization of waste organic matter by FT-IR spectroscopy application in waste science. *Applied Spectroscopy*. 56: 1170–1175.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. John Wiley and Son Inc. New York. 496p
- Tan. K.H. 2003. *Humic Matter in Soil and Environment. Principles and Controversies*. University of Georgia. Athens, Georgia, U.S.A. Marcel Dekker. Madison Avenue, New York. 408p
- Tanaka, A. and S.A. Navasero. 1966. Growth of Rice Plant on Acid Sulphate Soils. *Soil Sci. Plant Nut.* 12:107-114.